



DOI: 10.30727/0235-1188-2022-65-2-120-140

Оригинальная исследовательская статья

Original research paper

## **Задача численного анализа эстетического содержания живописного текста**

*О.А. Журавлева<sup>1</sup>, Н.Б. Савхалова<sup>2</sup>, А.В. Комаров<sup>1</sup>, Д.А. Жердев<sup>1,3</sup>,  
А.И. Демина<sup>1</sup>, Э. Михаэльсен<sup>4</sup>, А.В. Никоноров<sup>1,2,3</sup>, А.Ю. Нестеров<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

<sup>2</sup> Международная общественная организация «Центр духовной культуры», Самара, Россия

<sup>3</sup> Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Самара, Россия

<sup>4</sup> Институт оптроники, системных технологий и обработки изображений имени Фраунгофера, Эттлинген, Германия

### **Аннотация**

В статье анализируются возможности формального анализа композиции живописного произведения на основании классических определений понятия прекрасного и подходов вычислительной эстетики второй половины XX века. Статья носит характер постановки проблемы и отражает подход авторского коллектива к способу решения задачи формализации эстетического переживания в эстетике текста, т.е. в рамках анализа художественной композиции как формальной, упорядоченной в соответствии с системой синтаксических правил последовательности знаков. Методология определяется общей семиотикой, различающей семантику, синтаксис и прагматику знака; методами эстетического анализа, различающимися в зависимости от «эстетики авторского замысла», рецептивной эстетики и «эстетики текста»; методами компьютерного анализа, связанными с нейросетевыми способами определения симметрии в изображениях. Рассматриваются предпосылки возникновения и современного состояния *вычислительной эстетики* как междисциплинарной отрасли знания. Анализ, проведенный с позиций как философско-эстетических и семиотических, так и сугубо технических, показал необходимость совершенствования методов вычислительной эстетики. Существующие методы, во-первых, не всегда дают возможность адекватно описать художественный объект, во-вторых, редуцируют эстетическое суждение, превращая его в суждение о внешних при-

знаках предмета. Результат исследования выражен в тезисе о том, что усложнение текущих математических моделей и привлечение субъективных оценок экспертов позволит прийти к компромиссному решению, обеспечивающему развитие вычислительной эстетики как отрасли знания. Совершенствование математических моделей с учетом правил семиотики и субъективизма человеческого восприятия составляет актуальную задачу численного анализа эстетического живописного текста. Итоги исследования подтверждают классический тезис о невыводимости семантических и прагматических положений дел из синтактики. Делается вывод об актуальности задачи по поиску корреляций между извлекаемыми посредством нейросетевого моделирования осями и точками симметрии и эстетическим эффектом, сопровождающим восприятие живописного произведения классического искусства.

**Ключевые слова:** философия искусства, философия искусственного интеллекта, вычислительная эстетика, прекрасное, композиция, нейросетевой детектор, линейная аппроксимация.

**Журавлева Ольга Алексеевна** – аспирант кафедры русской и зарубежной литературы и связей с общественностью, педагог дополнительного образования центра довузовской подготовки Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

zhuravchic@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6390-5515>

**Наталья Борисовна Савхалова** – оператор по цвету международной общественной организации «Центр духовной культуры».

savhalovanatalia@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1649-3685>

**Комаров Андрей Владимирович** – преподаватель кафедры английской филологии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

komarov@timilon.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1064-8690>

**Жердев Денис Алексеевич** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры суперкомпьютеров и общей информатики Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

denazherdev@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2051-217X>

**Демина Анна Ивановна** – специалист по учебно-методической работе II категории кафедры философии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

phil@ssau.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6054-9255>

**Михаэльсен Эккарт** – хабилитированный доктор кафедры распознавания объектов Института оптроники, системных технологий и обработки изображений имени Фраунгофера.

eckart.michaelsen@iosb.fraunhofer.de

<https://orcid.org/0000-0001-9562-6337>

**Никоноров Артем Владимирович** – доктор технических наук, директор института искусственного интеллекта Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

artniko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4292-2049>

**Нестеров Александр Юрьевич** – доктор философских наук, доцент, директор Социально-гуманитарного института, заведующий кафедрой философии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева.

aynesterow@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0670-9315>

**Для цитирования:** Журавлева О.А., Савхалова Н.Б., Комаров А.В., Жердев Д.А., Демина А.И., Михаэльсен Э., Никоноров А.В., Нестеров А.Ю. Задача численного анализа эстетического содержания живописного текста // Философские науки. 2022. Т. 65. № 2. С. 120–140.  
DOI: 10.30727/0235-1188-2022-65-2-120-140

## Computational Analysis Problem of Aesthetic Content in Fine-Art Paintings

*O.A. Zhuravleva<sup>1</sup>, N.B. Savkhalova<sup>2</sup>, A.V. Komarov<sup>1</sup>, D.A. Zherdev<sup>1,3</sup>,  
A.I. Demina<sup>1</sup>, E. Michaelsen<sup>4</sup>, A.V. Nikonorov<sup>1,2,3</sup>, A.Y. Nesterov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Samara National Research University, Samara, Russia

<sup>2</sup> “Center of Spiritual Culture” International Public Organization,  
Samara, Russia

<sup>3</sup> Image Processing Systems Institute, Russian Academy of Sciences,  
Samara, Russia

<sup>4</sup> Fraunhofer Institute of Optronics, System Technologies and Image  
Exploitation, Ettlingen, Germany

### Abstract

The article discusses the possibilities of the formal analysis of the fine-art painting composition on the basis of the classical definitions of beauty and computational aesthetics’ approaches of the second half of the 20<sup>th</sup> century.

The authors define the problem and consider solutions for the formalization of aesthetic perception in the context of aesthetic text, i.e., as part of the fine arts composition – a formal sequence of signs simply ordered in accordance with the syntactic rules' system. The methodology of the research is defined by the general semiotics, distinguishing semantics, syntax, and pragmatics of a sign, by the aesthetic analysis' methods, ranging according to the author's message aesthetics, receptive aesthetics, and text aesthetics, as well as by the computational analysis methods connected with neural network means of defining the images' symmetry. The article reveals preconditions for the emergence and also the current state of computational aesthetics as an interdisciplinary branch of knowledge. Analyzing the problem from the perspective of philosophy, aesthetics, semiotics, and technology, the authors draw attention to the need to improve the computational aesthetics methods. Firstly, the existing methods do not always enable to describe the fine-art object adequately. Secondly, there exists the so-called reduction of aesthetic assertion transforming it into the assertion concerning the object's external characteristics. As a result, the authors assume that the increasing complexity of the current mathematical models and the experts' subjective assessment support will allow to reach a compromise solution that enables the development of computational aesthetics as a branch of knowledge. Enhancement and development of the mathematical models, taking into account the rules of semiotics and subjectivism of the human perception, is the relevant objective of computational analysis of the aesthetic fine-arts text. The results of the present research supports the classic statement regarding the underivability of semantic and pragmatic propositions from syntax. The research concludes that relevant objectives are to find a correlation between, on the one hand, the axes and points of symmetry, deriving from the neural simulation, and, on the other hand, aesthetic effect, emerging from the perception of fine-art paintings.

**Keywords:** philosophy of art, philosophy of artificial intelligence, computational aesthetics, category of beauty, composition, neural network detector, linear approximation.

**Olga A. Zhuravleva** – postgraduate student, Russian and Foreign Literature and Public Relations Department; Lecturer, Pre-University Training Center, Samara National Research University.

zhuravchic@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6390-5515>

**Natalie B. Savkhalova** – Colorist, “Center of Spiritual Culture” International Public Organization.

savhalovanatalia@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1649-3685>

**Andrei V. Komarov** – Lecturer, English Language Department, Samara National Research University.

komarov@timilon.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1064-8690>

**Denis A. Zherdev** – Ph.D. in Technology, Senior Lecturer, Supercomputers and General Informatics Department, Samara National Research University.

denazherdev@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2051-217X>

**Anna I. Demina** – Teaching Specialist, Philosophy Department, Samara National Research University.

phil@ssau.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6054-9255>

**Eckart Michaelsen** – Dr. habil., Department of Object Recognition, Fraunhofer Institute of Optronics, System Technologies and Image Exploitation.

eckart.michaelson@iosb.fraunhofer.de

<https://orcid.org/0000-0001-9562-6337>

**Artem V. Nikonorov** – D.Sc. in Technology, Director of the Institute of Artificial Intelligence, Samara National Research University.

artniko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4292-2049>

**Alexander Yu. Nesterov** – D.Sc. in Philosophy, Associate Professor, Director of the Institute of Social Sciences and Humanities, Head of the Philosophy Department, Samara National Research University.

aynesterow@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0670-9315>

**For citation:** Zhuravleva O.A., Savkhalova N.B., Komarov A.V., Zherdev D.A., Demina A.I., Michaelson E., Nikonorov A.V., Nesterov A.Yu. (2022) Computational Analysis Problem of Aesthetic Content in Fine-Art Paintings. *Russian Journal of Philosophical Sciences = Filosofskie nauki*. Vol. 65, no. 2, pp. 120–140 . DOI: 10.30727/0235-1188-2022-65-2-120-140

## Введение

Общая цель проекта, в рамках которого подготовлена настоящая статья, – ответить на вопрос о возможности определения прекрасного средствами искусственного интеллекта и построить нейросетевые модели эстетического переживания.

Эстетика как философская дисциплина раскрывается в зависимости от атрибуции эстетической функции автору, читателю или тексту как эстетика авторского замысла, рецептивная эстетика или эстетика текста. В первом случае автор понимается как субъект, обладающий привилегированным доступом к действительности и способный через сумму художественных средств передать свое, отличающееся от обычного среднего человека видение или переживание; во втором случае получатель сообщения выстраивает сложноорганизованные структуры сознания, осуществляющие прекрасное как специфическое переживание сугубо воспринимающего субъекта. В третьем случае речь идет о способах организации языка сообщения, о сумме художественных кодов, выражающих особый доступ гения к действительности и систему инструкций по построению эстетического объекта сознанием получателя сообщения.

Формальный аппарат эстетики в статье вводится в контексте эстетики текста и подразумевает соотнесение художественных приемов, в частности композиции с производимым этими приемами эстетическим эффектом. Задачи проекта в целом заключаются, во-первых, в анализе синтаксического аппарата текстов таких классических живописных произведений, чья эстетическая значимость, т.е. способность производить эстетический эффект, порождать прекрасное в зрителе, не вызывает сомнений; во-вторых, в определении корреляций между синтаксисом художественного текста, его семантикой и прагматикой. В настоящей статье в качестве синтаксиса проанализирована композиция живописных произведений Возрождения, экспериментально проверяются алгоритмы выявления композиционной симметрии, сделан вывод о недостаточности формально-синтаксического анализа для принятия решения об эстетической значимости текста.

### **Категория прекрасного в формальной перспективе**

Прекрасное в качестве философско-эстетической категории появляется в Древней Греции и на протяжении почти двух тысячелетий мыслится как центральная и единственная собственно эстетическая категория. Вплоть до начала XX века категория прекрасного тесно связана с представлением о воплощении в предмете и его форме некой позитивной универсальной (онтологической) сущности.

До XVIII века в европейской философии красота понимается в первую очередь как чувственная видимость идеи, это – благо (истина) в его структурном выражении. Красота сопряжена с такими понятиями, как мера, равновесие, гармония, симметрия: красив тот объект восприятия, элементы которого расположены пропорционально и гармонируют друг с другом, комплементарны. По Аристотелю, красота – это прежде всего спокойствие, умеренность, порядок. Концепция красоты как порядка наследуется и христианской эстетикой: в основе понимания красоты Блаженным Августином лежит категория порядка (*ordo*), т.е. некоего взаимного расположения вещей, где каждая имеет свое место: всякая упорядоченность ведет к красоте, и именно глобальному порядку мир как целое обязан своей красотой.

По мнению А.Ф. Лосева, эстетика – наука о выразительности вообще, а эстетическое – это выражение предметности, т.е. «внутренняя жизнь предмета, которая обязательно дана и внешне», открыта «самодовлеющему созерцанию» и имеет «созерцательную ценность» [Лосев 2000, 391–392]. Эстетическая теория как теория прекрасного получает активное развитие в немецкой философии рубежа XVIII–XIX веков, в которой на первый план выходит проблема соотносительности прекрасного с содержанием и формой предмета. Появляются две тенденции ее разрешения, впоследствии породившие эстетику содержания и эстетику формы. По представлениям Канта, красота вменяется предмету исключительно его формой и представляет собой «согласованность многообразия в едином» [Кант 1994, 96] (по Шеллингу, прекрасное – это «бесконечное, выраженное в конечном» [Шеллинг 1987, 479]). Чтобы быть воспринятым в качестве прекрасного, предмет должен обладать строгой – формальной – упорядоченностью, внешними пропорциями, симметрией, равновесием. Кант называет образцами совершенной красоты цветы, экзотических птиц и морских моллюсков, поскольку те обладают в высшей степени гармоничной формой, приятной для восприятия, а их свободная красота пребывает для самой себя. В искусстве же, которое есть сфера бескорыстного духа, «целесообразность без цели» [Кант 1994, 95], художественное содержание также не в состоянии проявиться через случайную материю и должно представлять собой некую фиксированную мыслью сущность, внутреннюю тенденцию.

Идеи Канта близки сформулированной Гегелем мысли о том, что «искусство призвано раскрывать истину в чувственной форме»

[Гегель 1968, 61]. Гегель, следуя древнегреческой и средневековой традиции, утверждает, что красота и истина суть одно и то же, а прекрасное – это чувственная зримость, «свечение», идеи, т.е. некой духовной сущности: в прекрасном «чувственное наличие бытия... проникнуто духовным» [Гегель 1973, 221]. По Гегелю, цель искусства, наряду с религией и философией, – «выявить божественное и поднять его до уровня сознания» [Hegel 2003, 4], т.е. искусство преподносит человеку некое знание о мире, об Абсолюте, и для его познания необходима внешняя материальная оформленность. Он пишет: «Искусство происходит из самой абсолютной идеи и его целью является чувственное изображение абсолютного» [Гегель 1968, 75], т.е. задача художественного произведения – органичный синтез содержания и формы. Согласно Гегелю, искусство прошло в своем развитии три ступени раскрытия этого знания (классическую, символическую, романтическую), отличающиеся соотношением содержания и формы в произведении искусства.

Таким образом, прекрасное есть некоторое позитивное идеальное содержание, упорядоченное формально; равенство содержания и формы.

### **Произведение искусства как знак**

Итак, формальная упорядоченность выступает в качестве необходимого условия осуществления прекрасного в искусстве. В живописи упорядоченность реализуется в принципе композиции. С точки зрения изобразительного искусства композиция – это создание структурной формы художественного произведения, которая связывает элементы изображения – фигуры, предметы, пятна, объемы, цвета, свет и тени, др. – в плоскости картины. Классическое определение композиции в изобразительном искусстве дает Л.Б. Альберти в трактате «Три книги о живописи» (1435–1436): «Композиция – это сочинение, выдумывание, изобретение» [Альберти 1935, 178], понимая композицию не как законченное произведение, но как процесс художественного творчества. Художник и теоретик искусства Н.Н. Волков определяет композицию как «конструкцию для смысла», «алгоритм творческого процесса» [Волков 1977, 13], поскольку композиция является тем элементом живописного текста, который отвечает за переход от содержания к форме.

В отличие от таких компонентов художественной формы, как линия, рисунок, объем, цвет и пространство, композиция

представляет собой художественно-образную, содержательно-формальную целостность – сложную структуру, основанную на расположении и взаимной соотнесенности изображаемых единиц. С точки зрения семиотики, картина, как и любой художественный текст, выступает в качестве некой концептуально оформленной последовательности знаков, где композиция выполняет роль синтаксиса и строится как система мест – соположенность функционально разнородных элементов, структурных доминант разных уровней. Как результат работы творческого сознания автора композиция основана на двух типах знаковых отношений – синтагматическом и парадигматическом. Под синтагматическим процессом понимается комбинирование элементов изображения или групп элементов изображения. Парадигматический процесс отвечает за выбор определенного элемента изображения из множества возможных. Таким образом, художественное произведение возникает в результате художественно-образного переосмысления содержательно-формальной целостности элементов текста.

Вопрос композиции картины и ее восприятия зрителем – это вопрос соотношения означаемого и означающего. В основе текста как целостной структуры лежит способность его элементов к валентности и установлению определенных связей как между собой (имплицитных, внутритекстовых), так и между текстом и реципиентом (эксплицитных). Согласно крайней точке зрения рецептивной эстетики, трактующей эстетическое как субъективное, эстетический предмет свободно творится сознанием [Ингарден 1962, 133–135] и не обладает априорными эстетическими свойствами до соприкосновения с сознанием (Я. Мукаржовский, М. Бердсли). Так, в рамках концепции имплицитного читателя В. Изера ожидания реципиента формируют смысловую структуру литературного текста, возникающую через систему «точек неопределенности» или «пустых мест» – смысловых зияний, несогласованностей смысла, неинтерпретируемых символов или речевых фигур. Задача эстетики видится в данном случае как исполнение валентности текста, превращения его из суммы пропозициональных функций в собственно высказывание как художественное произведение.

Художественное произведение функционирует как знак, поскольку одновременно является средством выражения, относится к некоему объекту(-ам) и реализует интерпретационное отношение. В частности, в живописи различаются определенные

формы, например, прямая – линия. Линия предстает базовым элементом изображения и служит для образования контура чего-либо. Будучи заполненным цветом, контур превращается в ячейку; множество таких ячеек образует систему изображения. Каждая ячейка изображения соотнесена с объектом, т.е. она выражает нечто такое, которое о чем-то высказывается, а также сама может быть подвергнута интерпретации. Например, некая форма красного цвета на натюрморте, где цвет выступает в качестве сигнала определенной частоты, может быть интерпретирована как цветок мака по отношению к определенному объекту. Далее этот мак, в зависимости от реципиента, можно трактовать как символ смерти. Не существует объективного признака, в соответствии с которым цветок мака соотносился бы со смертью. Однако можно предположить, что данная форма имеет ряд характеристик определенного качества (например, цвет), являющихся сигналами, благодаря которым мак приобретает свое (в том числе коннотативное) значение в акте интерпретации.

Итак, если поэзия есть «язык в его эстетической функции» [Якобсон 1921, 11], то живопись – совокупность геометрических приемов, связанных с передачей пространственности, в ее эстетической функции. Эстетическое переживание можно толковать как субъективный процесс означивания, основанный на полученном зрительском опыте, а композицию – как инструмент управления опытом означивания, которым располагает зритель. Но возможно ли, опираясь только на соотнесенность элементов между собой, высказать оценочное суждение о тексте и определить его эстетическую ценность? В зависимости от особенностей расположения знаков и межзнаковых связей в системе можно установить, каков тот или иной текст и производимый им эффект. Так, на повторении комбинаций одинаковых или однородных согласных на определенном отрезке текста базируется принцип аллитерации, используемый в стихосложении для придания тексту звуковой выразительности. В музыке прием секвенции (последовательное повторение мелодической фразы или гармонического оборота на другой высоте) создает эффект динамического обновления композиции. Следовательно, соотношение элементов художественного текста способно производить на зрителя тот или иной эстетический эффект, вызывать прогнозируемые эмоции.

Подход к определению эстетической ценности предмета искусства, основанный на изучении организации выразительных

средств и производимого ими эффекта, связан с именами Л. Выготского, Р. Ингардена, Н. Гартмана и др. Он представляет собой объективно-аналитический метод анализа психологии искусства – от формы через функциональный анализ компонентов и структуры к моделированию эстетической реакции и установлению общих законов. В «Психологии искусства» Л.С. Выготский высказывает тезис об амбивалентности художественного произведения: его структура образуется из определенного соотношения материала и формы. Так, в литературном произведении отношения материала и формы – это диалектические отношения фабулы и сюжета, где форма-сюжет преодолевает материал-фабулу. Сущность эстетического воздействия искусства на зрителя состоит в том, что во всяком художественном произведении могут быть выделены эмоции, вызываемые материалом, и эмоции, вызываемые формой; эти два типа эмоций разнонаправлены и содержат в себе катарсический аффект, «развивающийся в двух противоположных направлениях, который в завершительной точке... находит свое уничтожение» [Выготский 1986, 269].

Таким образом, композиция может рассматриваться как синтаксис художественного изобразительного текста и эстетическая величина, поддающаяся не только философской рефлексии, но и математическому исчислению.

### **Формализация эстетического переживания**

Согласно теории информации К. Шеннона, сообщение возникает в результате такого селективного процесса, при котором знаки образуют временную или пространственную упорядоченную последовательность [Шеннон 1963]. Информация как понятие связана не с содержанием или смыслом сообщения; она относится только к знакам, появляющимся в сообщении с определенной частотой или вероятностью. Примером статистического сообщения может служить любая последовательность символов, например, музыкальная композиция или живописное полотно. Художественное произведение в своей структуре подчиняется определенным математическим и физическим законам, поскольку, во-первых, является объектом действительности, во-вторых, строится в согласии с законами геометрии, в-третьих, представляет собой совокупность знаков (или чисел). Это означает, что существует возможность математизации эстетических категорий, включения их в схему, фиксирующую различные уровни красоты. Изложен-

ный подход к произведению искусства как к последовательности знаков получил в XX веке название вычислительной эстетики.

Вычислительная эстетика исходит из того, что эстетический объект может и должен описываться не только в категориях чувств, основанных на субъективной интерпретации, но и системой значений, которые соотносятся между собой так же, как в математике и физике соотносятся числовые величины. Так, немецкий философ М. Бензе пишет: «Решающим для вычислительной эстетики является то, что она пытается все традиционные понятия последовательно заменять контролируемыми и методически четкими математическими понятиями (числами)» [Bense 1968].

В 1928 году Дж. Биркгоф высказал предположение о том, что существуют элементы порядка, психологически вызывающие положительный тон чувства, такие как симметрия, ритм, повторение, контраст и др., и элементы, которые вызывают негативные тона, – двусмысленность или чрезмерное повторение [Birkhoff 1933]. Формула эстетической оценки Биркгофа выглядит следующим образом:  $M = O \div C$ , где  $M$  – мера эстетического восприятия,  $O$  – порядок эстетического объекта,  $C$  – сложность<sup>1</sup> эстетического объекта. Данная формула устанавливает отношение порядка и сложности в эстетическом восприятии: энергия восприятия прямо пропорциональна порядку и обратно пропорциональна сложности. В этом случае модель эстетического восприятия соответствует положению в эстетике: единство в многообразии, «простота» и «симметрия» являются врожденной универсальной формой любого эстетического восприятия.

Другая формула эстетического восприятия, в частности  $M = O \times C$ , разработанная Г. Айзенком, утверждает, что мера эстетического восприятия есть произведение порядка и сложности. Иными словами, энергия эстетического восприятия выступает результатом как высокой степени порядка, так и высокой степени сложности [Мак-Уинни 2009, 252–257]. В тестах Айзенка 1960–1970-х годов, направленных на выявление эстетических эмоций, общая позиция автора сводится к тому, что красота объективна, инвариантна для всего многообразия объектов, коррелирует с некоей средней, общечеловеческой медианой эстетического вкуса, и этот вкус детерминирован генетически. Существование индивидуальных различий в эстетических оценках Айзенк связывает не

<sup>1</sup> Сложность – это количество усилий, которые человеческий мозг должен вложить в обработку эстетического объекта.

с демографическими факторами, а с такими свойствами личности, как интро- и экстраверсия, степень нейротизма и психотизма.

Однако недостаток моделей, предложенных Биркгофом и Айзенком, заключается в том, что они не могут быть применены ни для описания содержания произведения искусства, ни для оценки собственно эстетического переживания. Мера упорядоченности элементов Биркгофа или эстетика «простых форм» Айзенка способны описать макроэстетическую и частично – микроэстетическую сущность объекта, но не способны показать его всесторонне. Предсказать эффект, производимый объектом на реципиента, с помощью этих подходов не представляется возможным. Кроме того, используемые в их работах понятия «простота», «естественность», «пассивность» выступают категориями определенного культурно-исторического периода, и они не могут рассматриваться в качестве всеобщих.

Один из основоположников вычислительной эстетики М. Бензе, пытаясь определить теоретические положения нового направления, критикует формулу Биркгофа, поскольку последняя говорит лишь о воспринимаемом образе, но не о сущности художественного произведения, и предлагает различать макро- и микроэстетический уровни эстетического восприятия. Размышляя о возможности количественного измерения искусства, Бензе выдвигает четыре тезиса: о материальности, об упорядочении, о коммуникативности, о знаковости. В своей теории он исходит из следующего:

1. Всякий художественный объект состоит из субстанции, а в природе существуют два вида процессов или состояний – физические и эстетические; эстетические процессы, в отличие от физических, недетерминированы, не могут быть описаны причинно-следственными связями и потому непредсказуемы.

2. Упорядоченность проявляется в процессе создания структуры (композиции) художественного произведения, когда автор отбирает и распределяет между собой ее элементы.

3. Коммуникативность эстетического объекта связана с информационными отношениями типа «передатчик – приемник» между производителем и потребителем этого объекта.

4. Художественное произведение представляет собой знаковую систему, функционирует внутри знаковой системы, в нем протекают знаковые процессы [Bense 1968].

Тем не менее подход Бензе следует признать, скорее, констатационным, а не интерпретационным: он ставит перед собой цели

не установить объективное содержание понятий «прекрасное», «безобразное» и т.д., но лишь описать их структуру.

Возможно ли применять понятие «прекрасное» к формально упорядоченным, симметрично расположенным объектам, лишенным содержания? С точки зрения вычислительной эстетики, это возможно, поскольку именно мера упорядоченности находится в основании прекрасного как категории эстетики и поддается числовому измерению. Так, Ф. Хёниг в статье «Определение вычислительной эстетики» утверждает следующее: «Наиболее важно, чтобы исследования были сосредоточены на эстетике с точки зрения формы, а не содержания... Напротив, любой сугубо теоретический результат или рассуждения о ценности искусства довольно бессмысленны, принимая во внимание философские проблемы, с которыми столкнется исследователь» [Hoenig 2005]. Представляется, что такой подход, во-первых, не всегда позволяет адекватно описать художественный объект, во-вторых, обедняет эстетику как философскую дисциплину и, наконец, редуцирует эстетическое суждение, превращая его в суждение о внешних признаках предмета. Вследствие этого, кажется, не могут быть обнаружены ни эстетическое переживание, основанное на чувствовании, ни эстетическая ценность, которая складывается в процессе оценки предмета искусства на основании суждения о его форме и содержании. Тем не менее усложнение используемых математических моделей и привлечение субъективных оценок экспертов позволяет прийти к компромиссному решению. *В таком совершенствовании математических моделей с учетом правил семиотики и субъективизма человеческого восприятия и состоит, на наш взгляд, задача численного анализа эстетического живописного текста.*

С использованием предложенных в работах Г.Т. Фехнера [Fechner 1876] и Дж.Д. Биркгофа [Birkhoff 1933] концепций в качестве отправной точки развитие численных подходов к оценке эстетического содержания происходило на протяжении XX века [Cupchik 1986]. Прогресс осуществляется за счет совершенствования простых моделей, предложенных в ранних работах, с целью улучшить их соответствие эстетическому восприятию человека. Современные подходы и обзор методов вычислительной эстетики описаны рядом авторов [Brachmann, Redies 2017]. Особенности нейросетевых подходов к оценке эстетической ценности, восприятию и запоминаемости искусства раскрыты некоторыми

исследователями [Cetinic et al. 2019]. В частности, в одной из работ предложен алгоритм предсказания интегральной оценки эстетического содержания изображения на основе нейросетевой модели, предварительно обученной на множестве оценок, присвоенных набору изображений [Talebi, Milanfar 2018].

Несмотря на успешное использование признаков, генерируемых нейросетевыми моделями [Zhang et al. 2018] в целях предсказания того, как изображение будет воспринято человеком, для более глубокой оценки эстетического содержания изображения требуется формирование вычисляемых атрибутов изображения, связанных с его семиотикой [Brachmann, Redies 2017]. Еще в одной статье описаны базовые с точки зрения вычислительной эстетики атрибуты изображения [Dhar et al. 2011]. Эти атрибуты представлены тремя группами: атрибуты контента, атрибуты композиции и атрибуты, связанные с освещением и цветовым составом изображения. Согласно позиции исследователей [Dhar et al. 2011], атрибуты контента включают в себя присутствие на изображении объектов специального типа – лиц, людей, животных. Атрибуты композиции подразумевают соответствие базовым правилам фотографической композиции, таким как «правило третей». Однако эти базовые атрибуты могут быть расширены для более глубокого описания изображения.

На примере того, как может быть расширен набор вычисляемых атрибутов композиции, предлагаем пути решения *задачи численного анализа эстетического живописного текста*.

### Численный эксперимент

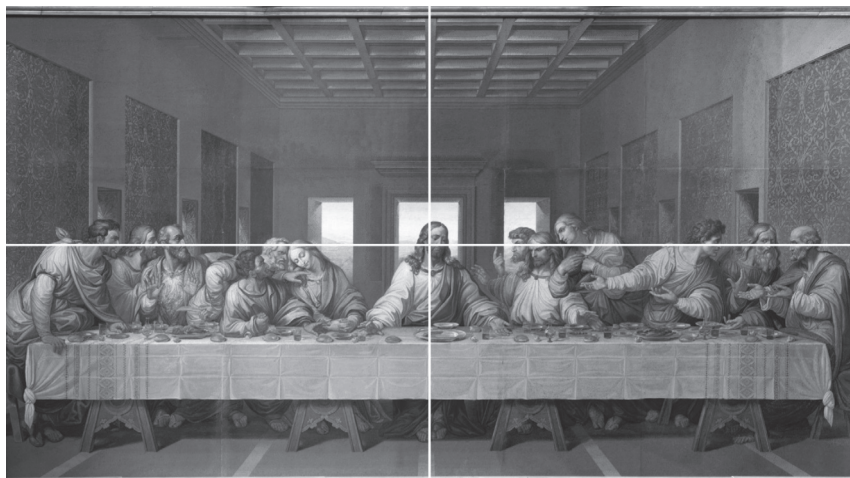
В рамках настоящей статьи проведены предварительные исследования возможности использования нейросетевых детекторов для анализа композиционной структуры живописного полотна. В целях анализа композиционной структуры живописного произведения на изображении выполнено определение положений фигур людей и их лиц при помощи сверточной нейронной сети. Далее для найденных положений лиц применена линейная аппроксимация. В процессе исследования проверена гипотеза о том, что полученная в результате аппроксимации прямая определяет ось симметрии изображения. Предполагается, что такое определение существенно более точное, чем визуальная проверка на соответствие «правилу третей».

Экспериментальные исследования выполнены с использованием набора произведений живописи классического Возрождения.

Данный выбор обоснован тем, что эти произведения широко приняты публикой в качестве эстетического эталона.

Для анализа композиционной структуры живописного произведения на изображении проведено определение положений фигур людей и их лиц детектором на основе сверточной нейронной сети – нейросетевым детектором. Нейросетевой детектор *YOLO v4* [Ehsani et al. 2018] предобучен на датасете *OpenImages* [Kuznetsova et al. 2020]. Аппроксимация положений результатов детектирования линейной моделью позволяет построить прямые, определяющие композицию изображения.

Результаты работы алгоритма определения композиционных осей на изображении приведены на рисунках 1 и 2. На рисунке 1 показана «Тайная вечеря» Леонардо Да Винчи, линейная аппроксимация положений фигур и лиц задает прямые, делящие изображение в отношении  $\frac{1}{2}$  как по горизонтали, так и по вертикали. Линейная аппроксимация положений лиц на картине «Поклонение волхвов» Сандро Боттичелли определяет линию, делящую картину по вертикали в отношении золотого сечения, а аппроксимация положений фигур определяет разделение в отношении  $\frac{1}{2}$  по горизонтали, как видно на рисунке 2.



*Рис. 1. Результат автоматической аппроксимации линий, определяющих композицию на картине «Тайная вечеря» Леонардо да Винчи*

Проведенное исследование и численный эксперимент подтверждают принципиальную возможность автоматического

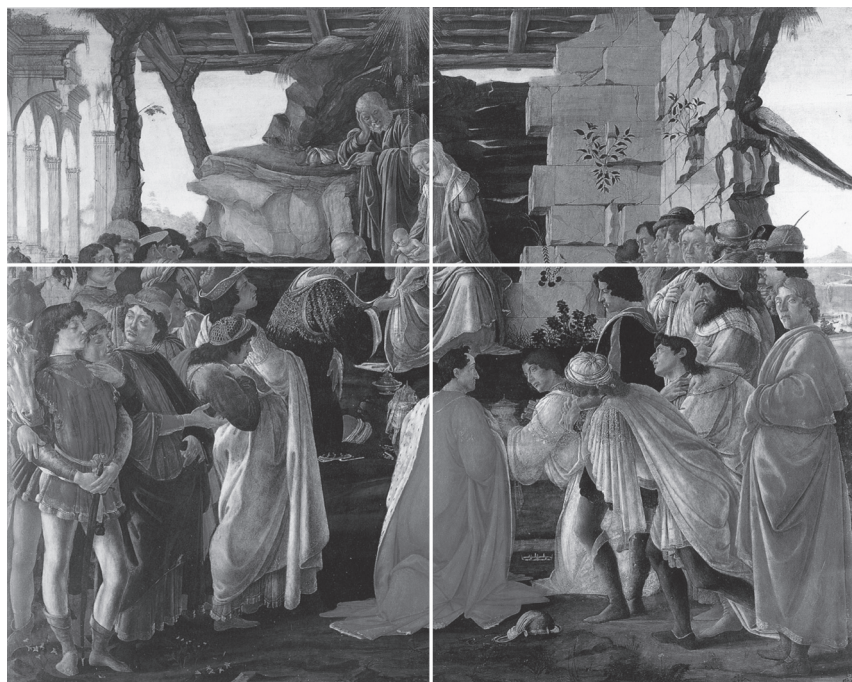


Рис. 2. Результат автоматической аппроксимации линий, определяющих композицию на картине «Поклонение волхвов» Сандро Боттичелли

определения композиции на основе аппроксимации результатов нейросетевого детектирования фигур и лиц на изображении. Тем самым открываются возможности проведения численного анализа композиционной структуры изображений на основе результатов как нейросетевого детектирования объектов на изображениях, так и более сложных нейросетевых операций. Интерес представляет и усложнение анализа результатов детектирования, в частности выявление треугольных и круговых структур в композиции, выявление симметричных структур на изображении [Michaelsen, Vujasinovic 2019]. Пример композиционного треугольника находит отражение на рисунке 2. Объединение результатов численного анализа композиции с существующими атрибутами анализа, имеющимися в распоряжении вычислительной эстетики, их дальнейшее расширение с применением методов нейросетевого анализа позволит провести усовершенствование математических моделей анализа эстетического живописного текста, сделать их ближе к субъективному человеческому восприятию.

### **Заключение**

В рамках решения задач проекта выявлены технические возможности определения синтаксиса живописных произведений. Однако аппарат определения симметрии в живописных текстах, взятый сам по себе, не отвечает на вопрос о художественной специфике композиционных приемов, об их роли в формировании эстетического объекта в зрительском восприятии или о способе видения действительности автором. В философском плане исследование показывает, во-первых, необходимость совершенствования применяемых технических методов анализа композиции с целью определения синтаксической значимости полученных с помощью нейросети результатов. Во-вторых, возникает задача выявления, анализа и интерпретации корреляции между выявленными осями композиционной симметрии и эстетическим эффектом, вызываемым проанализированными художественными полотнами. Несмотря на многовековые усилия по описанию этого эффекта, задача его формализации не решена даже на уровне эстетики текста, не говоря уже об эстетике автора и зрителя. Продолжение вычислительного эксперимента даст возможность приблизиться к пониманию границы между композицией как формализуемой автоматическими средствами конечной синтаксической последовательностью живописного текста и эстетическим эффектом как не формализуемым пока целым, возникающим в зрительском восприятии. В-третьих, синтаксический аппарат выражает в материальной данности текста фикциональную художественную семантику и специфическую прагматику художественной нормы эпохи; совершенствование вычислительных методов, применяемых в исследовании, позволяет надеяться на формулирование технических заданий по выявлению корреляций между измерениями семиозиса применительно к классическим живописным текстам.

### *ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА*

- Альберти 1935 – *Альберти Л.Б.* Десять книг о зодчестве: в 2 т. Т. 1. – М.: Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1935.
- Волков 1977 – *Волков Н.Н.* Композиция в живописи. – М.: Искусство, 1977.
- Выготский 1986 – *Выготский Л.С.* Психология искусства. – М.: Искусство, 1986.
- Гегель 1968 – *Гегель Г.В.Ф.* Эстетика: в 4 т. Т. 1. – М.: Искусство, 1968.

Гегель 1973 – *Гегель Г.В.Ф.* Эстетика: в 4 т. Т. 4. – М.: Искусство, 1973.

Ингарден 1962 – *Ингарден Р.* Исследования по эстетике. – М.: Издательство иностранной литературы, 1962.

Кант 1994 – *Кант И.* Критика способности суждения. – М.: Искусство, 1994.

Мак-Уинни 2009 – *Мак-Уинни Г.* Обзор по эстетическим измерениям // Искусствометрия. Методы точных наук и семиотики. – М.: Либроком, 2009. С. 250–266.

Лосев 2000 – *Лосев А.Ф.* История античной эстетики. Итоги тысячелетнего развития: в 2 кн. Кн. 1. – М.: АСТ, 2000.

Нестеров, Демина 2019 – *Нестеров А.Ю., Демина А.И.* Художественное произведение как технический объект // Миргород. 2019. № 1 (13). С. 48–74.

Шеллинг 1987 – *Шеллинг Ф.* Сочинения: в 2 т. Т. 1. – М.: Мысль, 1987.

Шеннон 1963 – *Шеннон К.Э.* Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963.

Якобсон 1921 – *Якобсон Р.* Новейшая русская поэзия. набросок первый. – Прага: Политика, 1921.

Bense 1968 – *Bense M.* Einführung in die Informationsästhetik // Kunst und Kybernetik. – Köln: DuMont, 1968. S. 28–41.

Birkhoff 1933 – *Birkhoff G.D.* Aesthetic Measure. – Cambridge: Harvard University Press, 1933.

Brachmann, Redies 2017 – *Brachmann A., Redies C.* Computational and Experimental Approaches to Visual Aesthetics // Frontiers in Computational Neuroscience. 2017. Vol. 11. Art. 102.

Cetinic et al. 2019 – *Cetinic E., Lipic T., Grgic S.* A Deep Learning Perspective on Beauty, Sentiment, and Remembrance of Art // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 73694–73710.

Cupchik 1986 – *Cupchik G.C.* A Decade after Berlyne: New Directions in Experimental Aesthetics // Poetics. 1986. Vol. 15. P. 345–369.

Dhar et al. 2011 – *Dhar S., Ordonez V., Berg T.L.* High Level Describable Attributes for Predicting Aesthetics and Interestingness // Proceedings of the 2011 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2018. P. 1657–1664.

Ehsani et al. 2018 – *Ehsani K., Bagherinezhad H., Redmon J., Mottaghi R., Farhadi A.* Who Let The Dogs Out? Modeling Dog Behavior From Visual Data // Proceedings of the 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2018. P. 4051–4060.

Fechner 1876 – *Fechner G.T.* Vorschule der Ästhetik. Vol. 1. – Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1876.

Hegel 2003 – *Hegel G.W.F.* Vorlesungen über die Philosophie der Kunst (1823). – Hamburg: Felix Meiner, 2003.

Hoenig 2005 – *Hoenig F.* Defining Computational Aesthetics // Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging / ed. by L. Neumann, M. Sbert, B. Gooch, W. Purgathofer. 2005. P. 13–18. – URL:

<https://diglib.eg.org/xmlui/bitstream/handle/10.2312/COMPAESTH.COMPAESTH05.013-018/013-018.pdf?sequence=1>.

Kuznetsova et al. 2020 – Kuznetsova A., Rom H., Alldrin N., Uijlings J., Krasin I., Pont-Tuset J., Kamali S., Popov S., Mallocci M., Kolesnikov A., Duerig T., Ferrari V. The Open Images Dataset V4: Unified Image Classification, Object Detection, and Visual Relationship Detection at Scale // *International Journal on Computer Vision*. 2020. Vol. 128. No. 7. P. 1956–1981.

Michaelsen, Vujasinovic 2019 – Michaelsen E., Vujasinovic S. Estimating Efforts and Success of Symmetry-Seeing Machines by Use of Synthetic Data // *Symmetry*. 2019. Vol. 11. No. 2. P. 1–16.

Talebi, Milanfar 2018 – Talebi H., Milanfar P. Nima: Neural Image Assessment // *IEEE Transactions on Image Processing*. 2018. Vol. 27. No. 8. P. 3998–4011.

Zhang et al. 2018 – Zhang R., Isola P., Efros A.A., Shechtman E., Wang O. The Unreasonable Effectiveness of Deep Features as a Perceptual Metric // *Proceedings of the 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. – Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2018. P. 586–595.

#### REFERENCES

Alberti L.B. (1935) *The Ten Books of Architecture: in 2 Vols* (Vol. 1). Moscow: All-Union Architecture Academy Press (in Russian).

Bense M. (1968) Einführung in die Informationsästhetik. In: Ronge H. (Ed.) *Kunst und Kybernetik* (pp. 28–41). Köln: DuMont (in German).

Birkhoff G.D. (1933) *Aesthetic Measure*. Cambridge: Harvard University Press.

Brachmann A. & Redies C. (2017) Computational and Experimental Approaches to Visual Aesthetics. *Frontiers in Computational Neuroscience*. Vol. 11, art. 102.

Cetinic E., Lipic T., & Grgic S. (2019) A Deep Learning Perspective on Beauty, Sentiment, and Remembrance of Art. *IEEE Access*. Vol. 7, pp. 73694–73710.

Cupchik G.C. (1986) A Decade after Berlyne: New Directions in Experimental Aesthetics. *Poetics*. Vol. 15, pp. 345–369.

Dhar S., Ordonez V., & Berg T.L. (2011) High Level Describable Attributes for Predicting Aesthetics and Interestingness. In: *Proceedings of the 2011 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1657–1664). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2018.

Ehsani K., Bagherinezhad H., Redmon J., Mottaghi R., & Farhadi A. (2018) Who Let The Dogs Out? Modeling Dog Behavior From Visual Data. In: *Proceedings of the 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 4051–4060). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2018.

Fechner G.T. (1876) *Vorschule der Ästhetik* (Vol. 1). Leipzig: Breitkopf & Härtel (in German).

Hegel G.W.F. (1968) *Aesthetics* (Vols. 1–4; Vol. 1). Moscow: Iskusstvo (Russian translation).

Hegel G.W.F. (1973) *Aesthetics* (Vols. 1–4; Vol. 4). Moscow: Iskusstvo (Russian translation).

Hegel G.W.F. (2003) *Vorlesungen über die Philosophie der Kunst* (1823). Hamburg: Felix Meiner (in German).

Hoenig F. (2005) Defining Computational Aesthetics. In: Neumann L., Sbert M., Gooch B., Purgathofer W. *Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging*. Retrieved from <https://diglib.eg.org/xmlui/bitstream/handle/10.2312/COMPAESTH.COMPAESTH05.013-018/013-018.pdf?sequence=1>

Ingarden R. (1962) *Aesthetics Research*. Moscow: Inostrannaya literatura (Russian translation).

Jakobson R. (1921) *The Newest Russian Poetry. Sketch No. 1*. Prague: Politika (in Russian).

Kant I. (1994) *The Critique of Judgment*. Moscow: Iskusstvo (Russian translation).

Kuznetsova A., Rom H., Alldrin N., Uijlings J., Krasin I., Pont-Tuset J., Kamali S., Popov S., Mallocci M., Kolesnikov A., Duerig T., Ferrari V. (2020) The Open Images Dataset V4: Unified Image Classification, Object Detection, and Visual Relationship Detection at Scale. *International Journal on Computer Vision*. Vol. 128, no. 7, pp. 1956–1981.

Losev A.F. (2000) *The History of Classical Aesthetics. Late Centuries*. Moscow: AST Publishers (in Russian).

McWhinnie H.J. (1968) A Review of Research on Aesthetic Measure. *Acta Psychologica*. Vol. 28, pp. 363–375 (Russian translation in: *Art-metry. Methods of Exact Sciences and Semiotics*. Moscow: Liberkom, 2009).

Michaelsen E. & Vujasinovic S. (2019) Estimating Efforts and Success of Symmetry-Seeing Machines by Use of Synthetic Data. *Symmetry*. Vol. 11, no. 2, pp. 1–16.

Nesterov A. & Demina A. (2019) An Artwork as a Technical Object. *Mirgorod*. Vol. 1, no. 13, pp. 48–74 (in Russian).

Shelling F. (1987) *Works*. Moscow: Mysl' (in Russian).

Shannon C.E. *Cybernetics and Information Theory*. Moscow: Inostrannaya literatura (Russian translation).

Talebi H., Milanfar P. (2018) Nima: Neural Image Assessment. *IEEE Transactions on Image Processing*. Vol. 27, no. 8, pp. 3998–4011.

Volkov N.N. (1977) *Composition in Painting*. Moscow: Iskusstvo (in Russian).

Vygotsky L.S. (1986) *The Psychology of Art*. Moscow: Iskusstvo (in Russian).

Zhang R., Isola P., Efros A.A., Shechtman E., & Wang O. (2019) The Unreasonable Effectiveness of Deep Features as a Perceptual Metric. In: *Proceedings of the 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 586–595). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.