

## АНСАМБЛЬ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ БАРИЦЕНТРОВ ПРИ ГРУППОВОМ АНАЛИЗЕ ЖИВОПИСНЫХ ФОРМ

Фирстов В. В.

(Россия, Саратов)

*Важная роль геометрического центра в художественной композиции хорошо известна и была разработана Р. Арнхеймом [1]. Цель данной статьи – показать ведущую роль «цветового центра тяжести», или колориметрического барицентра в живописной композиции. В работе исследуются картины, цветовое пространство которых представляется в рамках стандартной RGB-системы и анализируется с помощью специальной компьютерной программы. Для определения закономерностей расположения колориметрических барицентров групп живописных произведений были вычислены ансамбли барицентров.*

**Введение.** Интеграционные процессы – важная особенность развития современной науки и образования, предсказанная Энгельсом еще во второй половине XIX в. Центральное место этого интеграционного процесса отводится математическим методам, которые становятся важным связующим звеном на пути сближения естественнонаучного и гуманитарного образования.

В этой связи в понимании красоты авторы придерживаются аристотелевской традиции, двигаясь от прекрасного для нас к прекрасному по природе, т.е. признавая объективный характер законов эстетики. В предшествующих работах [2, 3] было показано, что достаточно эффективным подходом к исследованию законов живописной композиции является привлечение концепции архимедова барицентра. Предложенный подход основан на введении «колориметрической массы» точки цветового пространства и соответствующего «колориметрического барицентра» рассмат-

риваемого живописного произведения. Цель данной работы – это построение и исследование ансамблей колориметрических барицентров, полученных путем групповой обработки достаточно большого художественного материала с соответствующим разбиением по жанрам. Исходя из этого, удается показать, что, независимо от жанров и способов художественного выражения, колориметрическая масса по полотну распределена примерно равномерно, так, что колориметрический барицентр располагается в области, очерченной соответствующими линиями золотого сечения картин, достаточно близко к геометрическому центру, совпадающему с обычным центром тяжести. Поскольку этот факт обнаруживается на достаточно большом художественном материале (более 1000 картин), то можно говорить о проявлении некоторого объективного закона эстетики.

**Концепция барицентра по Архимеду.** Представление о барицентре (или центре масс) системы материальных точек Архимед установил в сочинении «О равновесии плоских фигур», которое считается основополагающим в области статики [4]. Вместе с этим, у Архимеда при обосновании барицентра основные понятия и определения довольно расплывчаты, и мы попытаемся как-то компенсировать этот недостаток.

Основным понятием механики является представление о материальной точке, которое у Архимеда вообще отсутствует, хотя он им постоянно пользуется. В физике под материальной точкой понимается материальное тело, размерами которого можно пренебречь, по сравнению с расстояниями до других тел, рассматриваемых в задаче.

Математически корректно материальная точка определяется как обычная геометрическая точка, с которой связано некоторое число  $m > 0$  и, таким образом, запись  $m(A)$  означает, что в точке  $A$  сосредоточена масса  $m$ .

Пусть  $m_1(A)$  и  $m_2(B)$  – две материальные точки пространства, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Условно соединим эти точки бесконечно тонким, абсолютно жест-

ким и невесомым стержнем. В результате получим систему из двух материальных точек  $m_1(A)$  и  $m_2(B)$ , которую геометрически представим отрезком, соединяющим эти материальные точки. При этом система из двух точек  $m(A)$  и  $m_1(A)$  подразумевает одну материальную точку  $(m + m_1)(A)$ , а запись  $m(A) = m(B)$  подразумевает равенство масс и геометрическое совпадение точек  $A$  и  $B$ .

От данного определения системы из двух материальных точек легко перейти к определению системы из произвольного числа материальных точек. При этом в случае, когда система материальных точек представляет собой некий континуум в пространстве, можно говорить о твердом теле, рассматриваемом в классической механике.

Центральным пунктом барицентрического метода является представление о барицентре системы материальных точек. «Теория центра тяжести, относительно которой много и хорошо написали Архимед и многие другие, имеет своей целью определить центр данной тяжести, то есть некоторую точку на теле, при подвешивании за которую веревкой тело остается в том же положении без изменения наклона» [4, с. 72].

Очевидно, что данное Архимедом определение барицентра находится на уровне интуитивных представлений и математически некорректно. Более корректное определение барицентра следует из представлений теоретической механики. Именно, барицентром системы материальных точек называется точка приложения равнодействующей векторов сил тяжести материальных точек, входящих в данную систему. При этом предполагается, что векторы сил тяжести, действующие на материальные точки системы, сонаправлены.

Свойства барицентра Архимед описывает с помощью следующих трех аксиом:

A1. Всякая система материальных точек имеет барицентр, причем единственный.

A2. Барицентр системы из двух материальных точек располагается на отрезке, соединяющем эти точки, и его положение определяется правилом архимедова рычага.

А3. Положение барицентра системы материальных точек не изменится, если в этой системе выделить некоторые материальные точки и массы этих точек перенести в барицентр выделенной подсистемы материальных точек.

**Математическое представление концепции колориметрического барицентра и его компьютерная реализация.** Формально-живописный образ может быть представлен в виде ограниченной области некоторой поверхности, называемой поверхностью изображения  $Im$ , с каждой точкой которой однозначно связан определенный цветовой оттенок, выраженный элементом цветового пространства  $F$ . Поверхность  $Im$  может быть сферической или более сложной, как это имеет место на глобусе или в купольной росписи, однако, часто,  $Im$  – это замкнутая область евклидовой плоскости, как это имеет место в станковой живописи. Последний случай для  $Im$  и является предметом рассмотрения. Что касается пространства  $F$ , то здесь распространены два случая: либо изображение черно-белое, как это имеет место, например, на гравюрах или литографиях, либо цветное, что характерно для живописи.

Таким образом, формально-живописный образ реализуется некоторым подмножеством декартова произведения  $Im \times F$ , которое формализует смысловое пространство рассматриваемого образа и является объектом восприятия.

Концепция колориметрического барицентра предусматривает построение отображения, по которому каждой точке живописного образа, в зависимости от ее цвета, однозначно, по определенному правилу, ставится в соответствие некоторое неотрицательное число из множества  $G$ , которое рассматривается в виде «колориметрической» массы данной точки:

$$Im \times F \rightarrow G. \quad (1)$$

Отображение (1) позволяет получить структурно-колориметрический спектр рассматриваемого живописного произведения и затем определить его колориметрический барицентр,

с которым могут быть связаны композиционные особенности рассматриваемого произведения.

В работе исследуются цветные живописные образы, цветовое пространство  $F$  которых рассматривается в рамках стандартной RGB-системы [5], представляющей цветовое пространство в виде трехмерных векторов. Это пространство анализируется с помощью специальной компьютерной программы, включающей подпрограмму «развесовки» цветовых векторов и подпрограмму определения координат колориметрического барицентра исследуемого живописного образа.

На начальном этапе данного исследования использовалась методика определения координат колориметрического барицентра с помощью черно-белой проекции цветового пространства, в которой присутствует 256 оттенков серого цвета (от белого до черного). Согласно принятой гипотезе белый цвет воспринимается человеком как более легкий, а черный – как более тяжелый. Исходя из этого, при анализе картин точкам белого цвета присваивается минимальный вес – ноль; для точек серого цвета, по мере приближения их оттенка к черному цвету, вес возрастает, а точкам черного цвета присваивается максимальный вес.

Другой подход к определению координат колориметрического барицентра связан с определением так называемого монохроматического треугольника, когда координаты барицентров рассчитываются по каждой компоненте RGB-модели. Однако в этом случае можно строго доказать, что центр тяжести монохроматического треугольника совпадает с колориметрическим барицентром данного художественного произведения (см. иллюстрации на рис. 1).

Вверху на рис. 1 – колориметрический барицентр, вычисленный методом черно-белой проекции; внизу – монохроматический треугольник, барицентр этого треугольника совпадает с колориметрическим барицентром, представленным вверху.

В стандартной RGB-модели (1931 г.) каждой цветовой точке соответствует трехмерный вектор (R, G, B), модуль которого принимается в качестве колориметрической массы. От RGB-модели

ли достаточно легко перейти к стандартной равноконтрастной цветовой Lab-модели (1976 г.), позволяющей определять цветовое различие между двумя цветами, называемое цветовым контрастом [5, 6], который также можно интерпретировать в терминах массы.

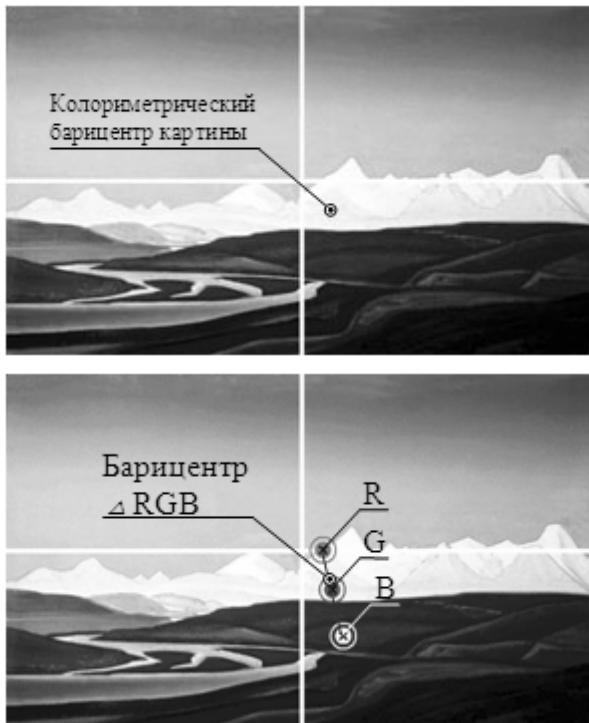


Рис. 1. Н.К. Рерих. Святейшая Тангла. 1939

Однако в процессе исследований было установлено, что результаты вычисления колориметрического барицентра в Lab-модели достаточно близки к результатам, вычисленным в RGB-системе (рис. 2).

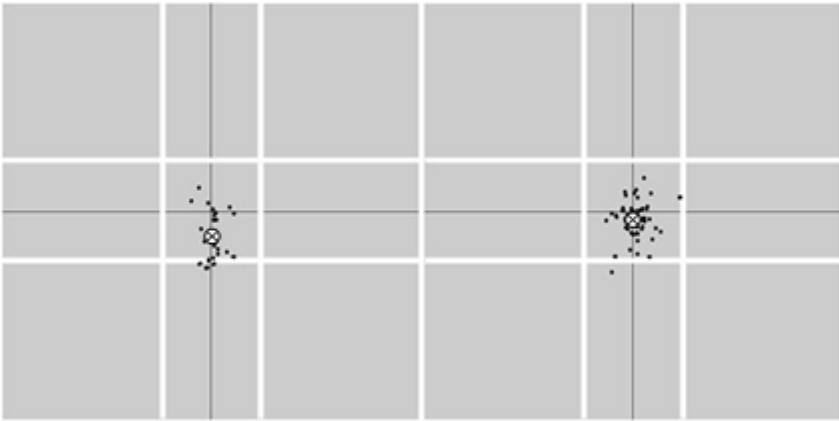
Слева на рис. 2 – колориметрический барицентр, вычисленный в системе RGB; справа – колориметрический барицентр, вычисленный в системе Lab.



**Рис. 2.** А.И. Куинджи. Север. 1879

**Ансамбли колориметрических барицентров.** Чтобы проследить закономерности расположения колориметрических барицентров групп живописных произведений, была разработана соответствующая компьютерная программа. В этой программе колориметрические барицентры исследуемой группы произведений аффинно отображаются в виде точек на единичный квадрат, и полученное множество точек представляет ансамбль барицентров.

В результате нам удалось получить представление о строении ансамблей барицентров и их дисперсии относительно среднего положения.



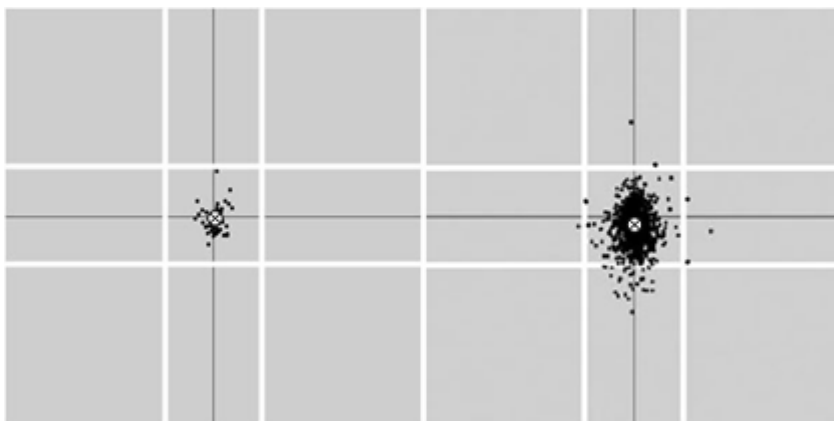
**Рис. 3.** Ансамбль колориметрических барицентров 30 пейзажей русских художников кон. XIX – нач. XX вв.

**Рис. 4.** Ансамбль колориметрических барицентров 70 портретов русских художников нач. XX в.

На рис. 3–6 в приведенных координатах представлены ансамбли барицентров 30 пейзажей русских художников конца XIX –начала XX вв., 70 портретов русских художников начала XX в., 58 картин русских художников-авангардистов начала XX в. и ансамбль колориметрических барицентров 1174 картин современных русских художников конца XX в. (черные линии на рисунках – оси симметрии картин, белые – положения золотых сечений, среднее значение по ансамблю отмечено белым кружочком с крестиком).

Как видно из рисунков 3–6, принципиальных различий между ними нет – сгущение точек, соответствующих координатам колориметрических барицентров картин, у всех ансамблей находится вблизи геометрического центра. Единственное отличие состоит в расположении среднего значения колориметрического барицентра пейзажей – в отличие от остальных, оно находится примерно посередине между геометрическим центром картин и нижней линией их золотого сечения.





**Рис. 5.** Ансамбль колориметрических барицентров 58 картин русских художников-авангардистов нач. XX в.

**Рис. 6.** Ансамбль колориметрических барицентров 1174 картин современных русских художников кон. XX в.

По-видимому, это связано с тем, что колориметрический барицентр пейзажей, имеющих достаточно четко очерченную линию горизонта, обычно располагается на пересечении этой линии с соответствующей линией золотого сечения, а на остальных пейзажах колориметрический барицентр располагается вблизи геометрического центра, и, таким образом, область сгущения точек распадается на две, одна из которых соответствует пейзажам, содержащим линию горизонта, другая – пейзажам без линии горизонта.

Из рис. 6 видно, что с увеличением количества проанализированных картин ансамбль колориметрических барицентров приобретает эллиптическую форму, а его среднее значение остается чуть ниже геометрического центра. Это означает, что в большинстве случаев художникам удается достичь сбалансированности и уравновешенности цветовых масс своих произведений. Поскольку размер данного ансамбля достаточно велик, этот факт можно трактовать как проявление некоторого объективного закона, представляющего одно из необходимых условий эстетически значимой живописной композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Arnheim R. The Power of the Center. A Study of Composition in the Visual Arts. Berkeley: University of California Press, 1988. – 256 p.
2. Волошинов А.В., Фирстов В.В. Концепция барицентра и компьютерная колориметрия живописных образов. В кн. Математика. Компьютер. Образование: Сб. науч. трудов. Том 2 / Под ред. Г.Ю. Ризниченко. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2005. – с. 502–511.
3. Firstov V.V., Firstov V.E., Voloshinov A.V. Conception of colorimetric barycenter in painting analysis. Proc. Intern. Congress on Aesthetics, Creativity and Psychology of the Arts. – Perm, 2005. – pp. 258–260.
4. Архимед. Сочинения. Под ред. И.Н. Веселовского. – М., Физматгиз, 1962. – 640 с.
5. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. – М., Мир, 1978. – 592 с.
6. Метрология цвета. – <http://www.computerra.ru/offline/1999/294/3623>.

## **THE ENSEMBLE OF COLORIMETRIC BARYCENTERS IN GROUP ANALYSIS OF PICTORIAL FORMS**

**Firstov V. V.**

(Russia, Saratov)

The significant role of geometric center in artistic composition is well-known and was elaborated by R. Arnheim [1]. The purpose of this paper is to prove the leading role of "color center of gravity", or colorimetric barycenter, in pictorial composition. Colored pictorial images, which are analyzed with the help of RGB system representing colored space as 3-dimensional vectors, were considered. Farther this space is analyzed by means of computer program for the investigation of pictorial image colorimetric barycenter. To determinate colorimetric barycenters location regularities for the group of paintings barycenter's ensembles have been calculated.