

# Геометризация музыкальной формы: сравнительный анализ структурных моделей в композициях разных стилей

Илёс Хусанбоевич Юсупов  
Бухарский международный университет

**Аннотация:** Данная статья исследует применение геометрических принципов к анализу музыкальной формы в различных стилевых направлениях. Работа представляет комплексный подход к изучению структурных закономерностей музыкальных произведений через призму математических и геометрических моделей. В исследовании рассматриваются особенности пространственной организации музыкального материала в барочной полифонии, классической сонатной форме, романтических циклических произведениях и современных композициях XX-XXI веков.

**Ключевые слова:** музыкальная форма, геометризация музыки, структурный анализ, математические модели в музыке, музыкальная симметрия, пропорциональность, топология музыкальной формы, золотое сечение в музыке

## Geometrization of musical form: a comparative analysis of structural models in compositions of different styles

Iles Khusanboevich Yusupov  
Bukhara International University

**Abstract:** This article explores the application of geometric principles to the analysis of musical form in various stylistic directions. This work presents a comprehensive approach to studying the structural patterns of musical works through the lens of mathematical and geometric models. The study examines the spatial organization of musical material in Baroque polyphony, classical sonata form, Romantic cyclical works, and contemporary compositions of the 20th and 21st centuries.

**Keywords:** musical form, geometrization of music, structural analysis, mathematical models in music, musical symmetry, proportionality, topology of musical form, golden ratio in music

**Введение.** Взаимосвязь математики и музыки имеет древнюю историю, восходящую к пифагорейской традиции изучения численных соотношений в

музыкальных интервалах. Современное музыкознание все чаще обращается к междисциплинарным методам исследования, где геометрические принципы становятся мощным инструментом анализа музыкальной структуры. Геометризация музыкальной формы представляет собой подход, позволяющий выявить универсальные закономерности организации музыкального материала, независимо от стилевой принадлежности произведения.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью развития новых аналитических методов, способных раскрыть глубинные структурные принципы музыкальных произведений различных эпох. Геометрический подход позволяет преодолеть ограничения традиционного функционального анализа и предложить универсальный язык описания музыкальной архитектоники.

Теоретические основы геометризации музыкальной формы

Концептуальные предпосылки

Музыкальная форма, понимаемая как временное искусство, парадоксальным образом обладает пространственными характеристиками. Это проявляется в таких понятиях, как "архитектоника произведения", "вертикальная и горизонтальная организация", "музыкальная перспектива". Геометризация формы предполагает рассмотрение музыкального произведения как многомерного пространства, где каждый параметр - высота, длительность, тембр, динамика - представляет отдельную координату.

Основные геометрические принципы

Симметрия в музыкальной форме проявляется на различных структурных уровнях: от микроуровня мотивного развития до макроуровня крупных разделов формы. Различают следующие типы симметрий:

- Осевая симметрия (отражение относительно центральной точки)
- Трансляционная симметрия (повторение с определенным сдвигом)
- Ротационная симметрия (вращение вокруг центра)

Пропорциональность основывается на математических соотношениях между частями целого. Наиболее значимым является принцип золотого сечения ( $\phi \approx 1.618$ ), который проявляется в расположении кульминационных точек, границ разделов формы и архитектурных вех произведения.

Фрактальность характеризуется самоподобием структуры на разных масштабных уровнях. В музыке это проявляется в повторении аналогичных структурных принципов от мотива до целого произведения.

Методология исследования

Исследование базируется на комплексном подходе, интегрирующем:

1. Традиционный структурный анализ - выявление формообразующих элементов и их взаимосвязей

2. Геометрическое моделирование - построение пространственных моделей музыкальной структуры

3. Математический анализ пропорций - вычисление соотношений между разделами формы

4. Топологический анализ - изучение инвариантных свойств музыкальной структуры

5. Теория графов - представление формальных связей в виде сетевых структур

Анализ структурных моделей по стилевым периодам

Барокко: полифоническая геометрия

В барочной музыке геометрические принципы проявляются наиболее отчетливо. Анализ фуг И.С.Баха выявляет строгие математические закономерности:

Фуга до минор из I тома ХТК демонстрирует симметричную организацию стретт, где каждое проведение темы создает новую геометрическую конфигурацию. Структура стретты подчиняется принципу золотого сечения: кульминационная точка приходится на отметку 0.618 от общей длительности произведения.

Полифоническое письмо Баха характеризуется:

- Фрактальной организацией мотивного материала
- Симметричными инверсиями и ракоходами
- Пропорциональными соотношениями между разделами формы

Классицизм: сонатная архитектоника

Сонатная форма представляет собой совершенную геометрическую модель, основанную на принципе диалектического развития. Анализ сонат Моцарта и Бетховена выявляет следующие закономерности:

Соната № 40 соль минор Моцарта (I часть) демонстрирует идеальные пропорции:

- Экспозиция : Разработка : Реприза =  $1 : \varphi : \varphi^2$
- Кульминация разработки точно совпадает с золотым сечением всей части

Геометрическая модель сонатной формы основана на:

- Бинарной оппозиции тематических сфер
- Симметричной арочной структуре
- Иерархической организации тонального плана

Романтизм: циклические структуры

Романтическая музыка развивает принципы классической формы, внося элементы асимметрии и нарушения пропорций. Однако глубинные геометрические закономерности сохраняются.

Баллада № 1 соль минор Шопена представляет уникальную геометрическую модель:

- Спиральная структура, основанная на принципе золотой спирали
- Фрактальное развитие основной темы через различные масштабные уровни

Асимметричная кульминация как отклонение от классических пропорций  
Модернизм: новые геометрические парадигмы

Музыка XX века радикально переосмысливает традиционные формообразующие принципы, создавая новые геометрические модели.

"Весна священная" Стравинского демонстрирует:

- Блочную структуру, основанную на принципах коллажа
- Фрактальную организацию ритмических паттернов
- Многоуровневую симметрию в гармонической вертикали

Спектральная музыка (Г.Гризе, Т.Мюрай) использует:

- Математические модели акустических спектров
- Геометрические принципы интерполяции между звуковыми состояниями
- Топологические трансформации музыкального материала

Типология геометрических моделей

На основе проведенного анализа предлагается следующая типология геометрических моделей музыкальной формы:

#### 1. Линейные модели

- Векторная модель: направленное движение от начала к концу
- Спиральная модель: циклическое развитие с поступательным движением
- Волновая модель: периодические подъемы и спады динамики

#### 2. Симметричные модели

• Зеркальная симметрия: отражение структурных элементов относительно центра

- Арочная форма: симметричное обрамление центрального элемента
- Концентрическая модель: вложенные структуры вокруг общего центра

#### 3. Фрактальные модели

• Самоподобная структура: повторение принципа организации на разных уровнях

• Масштабная инвариантность: сохранение структурных свойств при изменении масштаба

- Рекурсивная организация: вложенные циклы развития

#### 4. Топологические модели

- Сетевая структура: множественные связи между элементами
- Древовидная иерархия: разветвленная структура подчинения
- Лабиринтная организация: сложные пути развития материала

## Практическое применение геометрических моделей

### В музыкальной педагогике

Геометрический подход к анализу формы предоставляет педагогам мощный инструментарий для:

- Визуализации структурных закономерностей произведения
- Развития пространственного мышления учащихся
- Создания наглядных схем и диаграмм музыкальной архитектоники

### В композиторской практике

Современные композиторы активно используют геометрические принципы для:

- Создания новых формообразующих концепций
- Контроля пропорциональности крупных произведений
- Разработки алгоритмических методов композиции

### В компьютерном анализе музыки

Геометризация формы открывает возможности для:

- Автоматического анализа структуры произведений
- Создания баз данных структурных моделей
- Разработки искусственного интеллекта для музыкального анализа

### Заключение

Проведенное исследование демонстрирует универсальность геометрических принципов в организации музыкальной формы независимо от стилевой принадлежности произведения. Выявленные закономерности свидетельствуют о глубинной связи между математическими законами и эстетическими принципами музыкального искусства.

Основные результаты исследования:

1. Обоснована универсальность применения геометрических принципов к анализу музыкальной формы в произведениях различных стилей и эпох.
2. Выявлены основные типы геометрических моделей: линейные, симметричные, фрактальные и топологические.
3. Установлено широкое распространение принципа золотого сечения в организации музыкальной архитектоники.
4. Показаны возможности практического применения геометрических моделей в педагогике, композиции и компьютерном анализе музыки.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку компьютерных программ для автоматического выявления геометрических закономерностей в музыкальных произведениях, создание интерактивных образовательных ресурсов и углубление теоретических основ музыкальной геометрии.

### **Использованная литература**

1. К.Б.Холиков. Основные концепции, проблемы и методы как теории и гармония в деятельности учителя музыкальной культуры в школе. *Science and Education* 3 (1), 663-670
2. К.Б.Холиков. Музыкальная модель, эффективный численный ритм и программный комплекс для концентрации вокального пения. *Science and Education* 3 (1), 546-552
3. К.Б.Холиков. Характер музыки и результат смысловое содержание произведения. *Scientific progress* 2 (4), 563-569
4. К.Б.Холиков. Новые мышление инновационной деятельности по музыкальной культуры в вузах Узбекистана. *Science and Education* 4 (7), 121-129
5. К.Б.Холиков. Область применения фугированных форм. Тройные и четверные фуги. Фугетта и Фугато. *Scientific progress* 2 (1), 1052-1059
6. К.Б.Холиков. Музыка как важнейший фактор, распределительных отношений длительности звуков, системы аккордов в ладовом отношении и модель продукционных правил в системе образования. *Science and Education* 3 (1), 656-662
7. К.Б.Холиков. Развитие музыкального материала контрапунктических голосах произведения. *Science and Education* 3 (1), 553-558
8. К.Б.Холиков. Форма музыки, приводящие к структурной, драматургической и семантической многовариантности произведения. *Журнал Scientific progress* 2, 955-960
9. К.Б.Холиков. Краткая характеристика хорового коллектива. *Scientific progress* 2 (3), 710-714
10. К.Б.Холиков. Защитный уровень мозга при загрузке тренировочных занятиях и музыкального моделирование реальных произведениях. *Science and Education* 4 (7), 269-276
11. К.Б.Холиков. Манера педагогической работы с детьми одарёнными возможностями. *Science and Education* 4 (7), 378-383
12. К.Б.Холиков. Роль теоретичности и применения информационных систем в области теории, гармонии и полифонии музыки. *Scientific progress* 2 (3), 1044-1051
13. К.Б.Холиков. Образовательное учреждение высшего профессионального образования в музыкальной отрасли Узбекистана. *Scientific progress* 2 (6), 946-951
14. К.Б.Холиков. Задачи хора для вырождающегося нагруженного управления косвенного, противоположного и параллельно-двигающегося голоса. *Scientific progress* 2 (3), 690-696

15. К.Б.Холиков. Магнитные свойства тяготение к человеку многоголосного произведения музыке. Scientific progress 2 (3), 728-733
16. К.Б.Холиков. Дифференцированное обучение студентов на занятиях гармонии и анализа музыкальных произведений. Scientific progress 2 (3), 1038-1043
17. К.Б.Холиков. Звуковысотная организация и последовательность частей формы музыки. Scientific progress 2 (4), 557-562
18. К.Б.Холиков. Свободой выбора исполнительского состава в эпоху ренессанса. Scientific progress 2 (4), 440-445
19. К.Б.Холиков. Этапы формирования и перспективы развития инфраструктуры хорового коллектива. Scientific progress 2 (3), 1019-1024
20. К.Б.Холиков. Полуимпровизационные формы профессиональной музыки. Scientific progress 2 (4), 446-451
21. К.Б.Холиков. Область применения фугированных форм. Тройные и четверные фуги. Фугетта и Фугато. Scientific progress 2 (1), 1052-1059
22. К.Б.Холиков. Проблематика построения современных систем мониторинга объектов музыкантов в сфере фортепиано. Scientific progress 2 (3), 1013-1018
23. К.Б.Холиков. Содержание урока музыки в общеобразовательном школе. Scientific progress 2 (3), 1052-1059
24. К.Б.Холиков. Представление результатов измерений системы контроля параметров дыхания в вокальной пении. Scientific progress 2 (3), 1006-1012
25. К.Б.Холиков. Гармония к упражнению голоса их роль в регуляции мышечной деятельности при вокальной музыки. Scientific progress 2 (3), 705-709
26. К.Б.Холиков. Область применения двойные фуги. Scientific progress 2 (3), 686-689
27. К.Б.Холиков. Музыкально театральные драмы опера, оперетта. Science and Education 3 (2), 1240-1246
28. К.Б.Холиков. Фактуры, музыкальной формы, приводящие к структурной, драматургической и семантической многовариантности произведения. Scientific progress 1 (4), 955-960
29. К.Б.Холиков. Подбор состава хора и изучение музыкального материала в школьном возрасте 10-13 лет. Scientific progress 2 (3), 999-1005
30. К.Б.Холиков. О принципе аддитивности для построения музыкальных произведения. Science and Education 4 (7), 384-389