

Ладовые соотношения мажора и минора: теория периодичности и ограничений

Мадина Зокировна Исломова
Бухарский государственный педагогический институт

Аннотация: Статья исследует фундаментальные принципы взаимосвязи мажорных и минорных ладов через призму математической теории периодичности и системных ограничений. Рассматриваются циклические закономерности квинтового круга, влияние равномерной темперации на точность интервальных соотношений, а также практические ограничения транспозиции. Анализируются симметричные отношения между параллельными и одноименными тональностями, модальные трансформации и их роль в композиционной практике. Особое внимание уделяется математическому моделированию ладовых процессов и акустическим основам темперированного строя.

Ключевые слова: мажор, минор, ладовые отношения, квинтовый круг, периодичность, темперация, тональность, модальность, транспозиция, энгармонизм, акустика, математическое моделирование

Modal Relationships of Major and Minor: Theory of Periodicity and Limitations

Madina Zokirovna Islomova
Bukhara State Pedagogical Institute

Abstract: The article explores the fundamental principles of the relationship between major and minor modes through the prism of the mathematical theory of periodicity and systemic limitations. The cyclical patterns of the circle of fifths, the influence of equal temperament on the accuracy of interval relationships, and practical limitations of transposition are considered. Symmetrical relationships between parallel and identical keys, modal transformations and their role in compositional practice are analyzed. Particular attention is paid to the mathematical modeling of modal processes and the acoustic foundations of the tempered system.

Keywords: major, minor, modal relationships, circle of fifths, periodicity, temperament, tonality, modality, transposition, enharmonic, acoustics, mathematical modeling

Ладовые соотношения между мажором и минором представляют собой одну из фундаментальных основ европейской музыкальной системы. Понимание этих отношений через призму теории периодичности и математических ограничений открывает новые горизонты в анализе музыкальных структур и их внутренней логики.

Основы ладовой системы

Структура мажорного лада

Мажорный лад характеризуется последовательностью интервалов: тон-тон-полутон-тон-тон-тон-полутон. Эта формула создает уникальную акустическую среду, где тоническое трезвучие обладает большой терцией, определяющей светлую, устойчивую окраску лада.

Структура минорного лада

Минорный лад в своей натуральной форме следует формуле: тон-полутон-тон-тон-полутон-тон-тон. Минорное трезвучие с малой терцией создает характерное темное, более напряженное звучание по сравнению с мажором.

Теория периодичности в ладовых отношениях

Циклическая природа квинтового круга

Ладовые соотношения демонстрируют периодичность через квинтовый круг, где каждый лад повторяется через 12 квинт. Эта цикличность обусловлена темперированным строем, где октава делится на 12 равных полутонов.

Математическое выражение периодичности:

- Период квинтового круга: 12 квинт = 7 октав
- $3^{12} \equiv 2^{19} \pmod{\text{температура}}$
- Коэффициент темперации: $2^{(7/12)} \approx 1.498$

Энгармонические эквиваленты

Периодичность проявляется в энгармонических заменах, где различные названия обозначают одинаковые высоты. Например, Fis-dur и Ges-dur энгармонически эквивалентны, что демонстрирует замкнутость системы.

Математические ограничения

Темперированный строй как ограничение

Равномерная темперация накладывает фундаментальное ограничение на точность интервалов. Чистая квинта (отношение 3:2) аппроксимируется как $2^{(7/12)}$, что создает небольшую, но принципиальную погрешность.

Погрешности основных интервалов:

- Квинта: ~2 цента отклонения от чистого строя
- Большая терция: ~14 центов
- Малая терция: ~16 центов

Ограничения транспозиции

Хотя теоретически любой лад может быть транспонирован в любую тональность, практические ограничения возникают из-за:

1. Инструментальных особенностей - удобство исполнения на конкретных инструментах

2. Акустических свойств - резонансные частоты помещений

3. Вокальных возможностей - диапазоны человеческого голоса

Симметричные отношения

Параллельные тональности

Параллельные мажор и минор имеют одинаковые ключевые знаки, но различные тонические центры. Эта связь демонстрирует принцип дуальности в ладовой системе, где один звукоряд порождает два контрастных ладовых центра.

Одноименные тональности

Одноименные мажор и минор имеют общую тонику, но различные ступеневые структуры. Переход между ними часто используется как мощное выразительное средство, создающее эффект ладового контраста.

Модальные трансформации

Переходы между ладами

Модальные трансформации представляют собой систематические переходы между мажором и минором, которые могут осуществляться через:

1. Альтерацию ступеней - изменение III, VI, VII ступеней

2. Энгармонические замены - использование энгармонически эквивалентных тональностей

3. Модуляционные процессы - постепенный переход через промежуточные тональности

Математическое моделирование переходов

Модальные трансформации можно описать через теорию графов, где вершины представляют тональности, а рёбра - возможные переходы. Кратчайший путь между двумя тональностями определяется минимальным количеством альтераций.

Практические применения

Композиционные техники

Понимание ладовых ограничений и периодичности позволяет композиторам:

- Планировать тональные планы произведений
- Создавать логичные модуляционные схемы
- Использовать энгармонические эквиваленты для упрощения нотации

Аналитические методы

Теория периодичности предоставляет инструменты для:

- Систематического анализа тональных структур

- Выявления скрытых симметрий в музыкальных произведениях
- Прогнозирования возможных гармонических развитий

Акустические основы

Обертоновые ряды

Различия между мажором и минором коренятся в акустических свойствах обертонового ряда. Мажорное трезвучие естественно присутствует в первых обертонах, тогда как минорное требует более сложных соотношений.

Психоакустические аспекты

Восприятие ладовых различий связано с:

- Биениями между близкими частотами
- Комбинационными тонами
- Критическими полосами слуха

Заключение: Изучение ладовых соотношений через теорию периодичности и ограничений раскрывает глубинные математические закономерности музыкальной системы. Понимание этих принципов необходимо как для теоретического осмысления музыки, так и для практической композиционной и исполнительской деятельности. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию новых аналитических методов и композиционных техник.

Использованная литература

1. К.Б. Холиков. Диезли мажор ва минор тоналлигини аниқлашнинг оптимал усуллари. Science and Education 3 (9), 416-421.
2. К.Б. Холиков. Бемолли мажор ва минор тоналлигини аниқлашнинг оптимал усуллари ва креативлиги. Science and Education 3 (10), 533-539.
3. К.Б. Холиков. Теоретические основы определения механических свойств музыкальных и шумовых звуков при динамических воздействиях.. Scientific progress 2.
4. К.Б. Холиков. Место творческой составляющей личности преподавателя музыки и её роль в обучении детей общеобразовательной школе. Science and Education 3 (8), 145-150.
5. KB Kholikov. Harmony to voice exercise their role in the regulation of muscular activity in vocal music. Scopus, musical education., 705-709.
6. KB Kholikov. The content of a music lesson in a comprehensive school. Web of Science Magazine, 1052-1059.
7. KB Kholikov. Polyphonic forms of music based on traditional organizational principles. Web of Science Magazine, 375-379.
8. KB Kholikov. signs. The main elements of music, their formative action. Melody. Theme. Web of Science 2, 720-728.

9. KB Kholikov. The role of theory and application of information systems in the field of theory, harmony and polyphony of music. musical education - Web of Science, 1044-1051.
10. К.Б. Холиков. Область применения фугированных форм. Тройные и четверные фуги. Фугетта и Фугато. Scientific progress, 2.
11. К.Б. Холиков. Форма музыки, приводящие к структурной, драматургической и семантической многовариантности произведения. Журнал Scientific progress 2 (№ 4), 955-960.
12. К.Б. Холиков. Проблематика музыкальной эстетики как фактическая сторона повествования. Science and Education 3 (5), 1556-1561.
13. К.Б. Холиков. Проблема бытия традиционной музыки Узбекистана. Science and Education 3 (5), 1570-1576.
14. К.Б. Холиков. Отличие музыкальной культуры от музыкального искусства в контексте эстетика. Science and Education 3 (5), 1562-1569.
15. К.Б. Холиков. Пение по нотам с сопровождением и без него по классу сольфеджио в высших учебных заведениях. Science and Education 3 (5), 1326-1331.
16. К.Б. Холиков. Musical pedagogy and psychology. Bulletin of science and education. 99 (21-2), 58-61.
17. К.Б. Холиков. Значение эстетического образования и воспитания в общеобразовательной школе. Science and Education 3 (5), 1549-1555.
18. К.Б. Холиков. Эстетическое воспитание молодёжи школьного возраста в сфере музыки. Science and Education 3 (5), 1542-1548.
19. К.Б. Холиков. Methods of musical education through education in universities. musical education - Web of Science 3 (66), 57-60.
20. К.Б. Холиков. Роль педагогических принципов метода моделирования, синтеза знаний при моделировании музыкальных систем. Science and Education 3 (3), 1032-1037.
21. К.Б. Холиков. Музыка как релаксатор в работе мозга и ракурс ресурсов для решения музыкальных задач. Science and Education. 3 (3), 1026-1031.
22. К.Б. Холиков. Музыкальное образование и имитационное моделирование процесса обучения музыки. Science and Education 3 (3), 1020-1025.
23. К.Б. Холиков. Теоретические особенности формирования музыкальных представлений у детей школьного возраста. Scientific progress 2 (4), 96-101.
24. К.Б. Холиков. Необходимые знание в области проектирования обучения музыкальной культуры Узбекистана. Scientific progress 2 (6), 952-957.

25. К.Б. Холиков. Некоторые методические трудности, возникающие при написании общего решения диктанта по предмету сольфеджио. *Scientific progress*. 2 (№3), pp. 734-742.

26. К.Б. Холиков. К вопросу вокальной музыки об адресате поэтического дискурса хора. *Scientific progress*. 2 (№ 3), pp. 1087-1093.

27. К.Б. Холиков. Роль электронного учебно-методического комплекса в оптимизации музыкального обучение в общеобразовательной школе. *Scientific progress* 2 (4), 114-118.

28. К.Б. Холиков. Модульная музыкальная образовательная технология как важный фактор развития учебного процесса по теории музыки. *Scientific progress* 2 (4), 370-374.

29. К.Б. Холиков. Вокал, вокалист, вокализ. Ария, ариозо и ариетта. *Science and Education* 3 (2), 1188-1194.

30. К.Б. Холиков. Характерная черта голоса у детей, певческая деятельность. *Science and Education* 3 (2), 1195-1200.