

# Трансформационная теория музыки и её приложение

И. Афанасьев

МГТУ

МЕТА, 02.07.2025

# План

- элементарная теория музыки;
- трансформационная теория музыки;
- неоримановский анализ.

# Трансформационная теория музыки

Разработана в 1980-х годах теоретиком музыки Дэвидом Левином для анализа тональной и атональной музыки.

Трансформационный анализ смещает фокус с музыкальных объектов как функций тональности на взаимоотношения между музыкальными объектами.

# На пути к формализации

Пусть музыкальные объекты — ступени хроматической гаммы.  
Пусть преобразование  $T_n$  повышает звук на  $n$  полутонов.

# На пути к формализации

Пусть музыкальные объекты — ступени хроматической гаммы.  
Пусть преобразование  $T_n$  повышает звук на  $n$  полутонов.

## Свойства $T_n$

- тождественное преобразование:  $T_0(k) = k$ ;
- наличие обратных преобразований:  $T_n \circ T_{-n} = T_0$ ;
- ассоциативность:  $T_p + (T_q + T_r) = (T_p + T_q) + T_r$ .

# На пути к формализации

Пусть музыкальные объекты — ступени хроматической гаммы.  
Пусть преобразование  $T_n$  повышает звук на  $n$  полутонов.

## Свойства $T_n$

- тождественное преобразование:  $T_0(k) = k$ ;
- наличие обратных преобразований:  $T_n \circ T_{-n} = T_0$ ;
- ассоциативность:  $T_p + (T_q + T_r) = (T_p + T_q) + T_r$ .

$T$ -преобразования образуют алгебраическую группу,  
изоморфную  $\mathbb{Z}_{12}$ .

# Обобщённая система интервалов

**Обобщённая система интервалов** (Generalized Interval System, GIS) — упорядоченная тройка  $\langle S, IVLS, \text{int} \rangle$ , где

- $S$  — множество объектов;
- $IVLS$  — алгебраическая группа интервалов;
- функция  $\text{int} : S \times S \rightarrow IVLS$  такая, что
  - для всех  $r, s, t \in S$   $\text{int}(r, s) \circ \text{int}(s, t) = \text{int}(r, t)$ ;
  - для каждого  $s \in S$  и  $i \in IVLS$  существует единственный  $t \in S$  такой, что  $\text{int}(s, t) = i$ .

# Неоримановский анализ

**Неоримановский анализ** использует обобщённую систему интервалов для анализа гармонии, составленной из мажорных и минорных трезвучий.



# Неоримановский анализ. Построение $S$

Множество  $S$  состоит из всех мажорных и минорных трезвучий. Пусть  $n$  — звук хроматического круга. Тогда

- мажорное трезвучие  $n_{maj}$  состоит из звуков  $n$ ,  $n + 4$ ,  $n + 7$ ;
- мажорное трезвучие  $n_{min}$  состоит из звуков  $n$ ,  $n + 3$ ,  $n + 7$ .

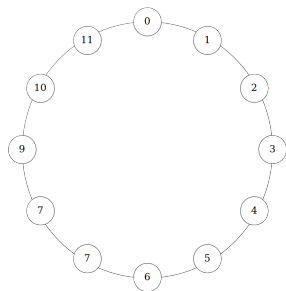


Рис.: Хроматический круг

# Неоримановский анализ. Построение S

## Пример (визуализация элементов S)

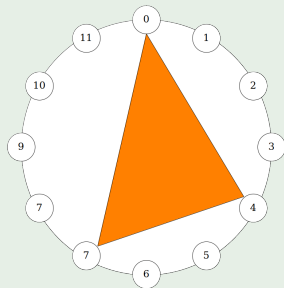


Рис.: Трезвучие до-мажор

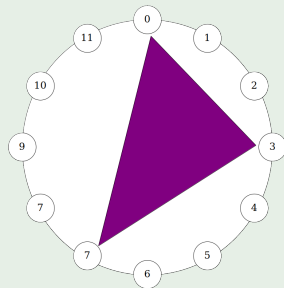


Рис.: Трезвучие до-минор

# Неоримановский анализ. Построение IVLS

## Неоримановские преобразования

### R-преобразование (relative)

- повышает третий звук мажорного трезвучия на 2 полутона;
- понижает первый звук минорного трезвучия на 2 полутона.

### L-преобразование (leading-tone exchange)

- понижает первый звук мажорного трезвучия на 1 полутон;
- повышает третий звук минорного трезвучия на 1 полутон.

P-преобразование (parallel) заменяет мажорное трезвучие на минорное и наоборот. Эквивалентно  $R(LR)^3$ .

# Неоримановский анализ. Построение IVLS

## Неоримановские преобразования

$$L(n_{maj}) = (n + 4)_{min}$$

$$R(n_{maj}) = (n + 9)_{min}$$

$$P(n_{maj}) = n_{min}$$

$$L(n_{min}) = (n + 8)_{maj}$$

$$R(n_{min}) = (n + 3)_{maj}$$

$$P(n_{min}) = n_{maj}$$

# Неоримановский анализ. Построение IVLS

## Структура группы IVLS

Покажем, что  $IVLS \cong D_{12}$ . Известно, что  $\text{ord}(D_n) = 2n$  и

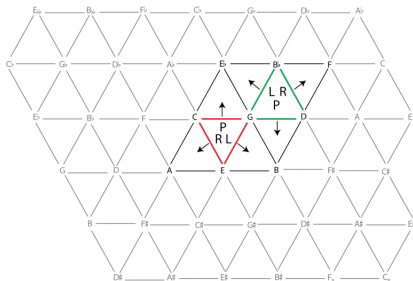
$$D_n = \langle s, t \mid s^2 = 1, t^2 = 1, (st)^n = 1 \rangle.$$

Имеем

- $\text{ord}(IVLS) = 24$ ;
- $L^2 = 1, R^2 = 1$ ;
- Поскольку  $LR.n_{maj} = (n+5)_{maj}$  и  $LR.n_{min} = (n+7)_{min}$ ,  $\text{ord}(LR) = 12$ .

# Тоннетц

Для визуализации неоримановского GIS используется **тоннетц** (Tonnetz) — «сеть» трезвучий, связанных неоримановскими преобразованиями.



**Рис.:** Тоннетц. К аккордам C и Gm применяются неоримановские преобразования.

# Применение неоримановского анализа

## Пример (Брамс, концерт для скрипки и виолончели)

Гармония тактов 270–76 партитуры:

$A\flat$ ,  $A\flat m$ ,  $E$ ,  $E m$ ,  $C$ ,  $C m$ ,  $A\flat$ .

Промежуточные аккорды не принадлежат тональности  $A\flat$ -dur и не образуют функциональную гармонию.

# Применение неоримановского анализа

## Пример (Брамс, концерт для скрипки и виолончели)

Неоримановский подход представляет гармонию последовательностью **P**-, **L**-преобразований.

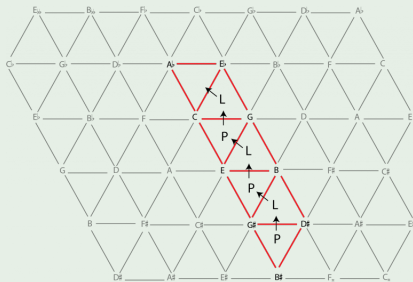


Рис.: Гармония тактов 270–76 на тоннетце.