

КОБЕЛЕВА Д. Л.

(соискатель кафедры ЮНЕСКО «Философия человеческого общения»
ХНТУСХ им. П. Василенка)

ФИЛОСОФИЯ МУЗЫКИ. ПРОГРАММНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЛОДИИ

Статья посвящена анализу проблемы формирования музыкальной мелодии. Мы рассматриваем геометрические модели представления музыки и предлагаем собственную компьютерную программу для графической репрезентации отношений между музыкальными тонами.

Ключевые слова: геометрия музыки, тональность, компьютерная программа.

Кобелева Д. Л. ФІЛОСОФІЯ МУЗИКИ. ПРОГРАМНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕЛОДІЇ Стаття присвячена аналізу проблеми формування музичної мелодії. Ми розглядаємо геометричні моделі зображення музики і пропонуємо власну комп'ютерну програму для графічного зображення відношень між музичними тонами.

Ключові слова: геометрія музики, тональність, комп'ютерна програма.

Kobelieva D. L. PHILOSOPHY OF MUSIC. SOFTWARE AND GEOMETRICAL MODELING OF THE MELODY The given work is devoted to the analysis of the problems of musical melody formation. We represent some geometrical models of music and introduce the computer program which allows us to make a graphical representation of the relations between musical tones.

Keywords: geometry of music, tonality, software

Одним из весьма интересных объектов изучения современной философии является музыка. С каждым годом социальная и культурная значимость данного феномена возрастает, что и обуславливает **актуальность** исследований в данном направлении. Люди не просто слушают приятные мелодии. Человеческое сознание склонно находить в них некий смысл. Вокальная и даже чисто инструментальная музыка несёт для нас определённую информацию. Естественно, часть этой информации выражена в чисто физических феноменах, таких как ритм, использование тех или иных музыкальных инструментов, громкость воспроизведения и так далее. Но, кроме этого, мы воспринимаем ещё нечто, как содержание данного произведения. Интересно так же и то, что это содержание не является уникальным для каждого конкретного человека, а разделяется многими представителями той или иной культуры.

На протяжении столетий учёные в рамках различных наук, и в том числе философии, пытались разгадать феномен музыкальной выразительности. Было открыто множество уникальных свойств и закономерностей, но никому не удалось дать исчерпывающее объяснение того, что такое музыка, как мы её понимаем, и что именно мы слышим в ней.

© Кобелева Д.Л. , 2011

А ведь основная проблема как раз и заключается в том, что мы слышим музыку, и пытаемся анализировать именно звуковой образ, хотя, практически все механизмы нашего познания рассчитаны на визуальное восприятие. «Согласно одной из гипотез относительно познания, наглядные образы передают свойства объекта гораздо лучше... [10]». Характер и результаты исследований музыки заставляют нас более внимательно отнестись к данному факту. А факт состоит в том, что нам гораздо легче думать о том, что мы видим, чем о том, что мы слышим. Естественно, мы не говорим о том, что стоит отказаться от исследований музыки как звукового феномена. Но современный уровень развития науки в целом приводит к мысли о том, что вряд ли учёным удастся найти в физической, акустической, или в целом, звуковой природе музыки нечто такое, что кардинально изменит отношение к данному объекту и откроет его новые свойства. Уже сам факт наличия времени в музыкальном восприятии ставит неразрешимые задачи для понимания.

Возможно поэтому, интуитивно или вполне осознанно, но исследователи музыки (философы, теоретики) всё чаще начинают прибегать к наглядному изображению данного феномена. Именно проблема визуализации является одной из ключевых на текущий момент. «Когда мы видим, как организована музыка, это помогает нам понять то, как она слышится [2]». Ведь слуховое восприятие даёт нам весьма ограниченный материал, и, кроме того, на его основании достаточно сложно построить научные теории. То, что можно было сделать в этом направлении, уже сделано. Дальнейшее развитие требует наглядности музыки.

Известный теоретик музыки К. Крумхансл пишет: «Геометрические репрезентации музыкального тона имеют множество вариаций. Во-первых, качества музыкального тона необходимо зависят от отношений с другими музыкальными тонами. И музыкально и психологически, значение тона зависит от его расположения относительно других тонов. Геометрические модели предлагают механизм для выражения этих зависимостей. Во-вторых, геометрическая модель ... предлагает сжатое выражение тональных отношений в форме, которую легко визуализировать и понять [5, с. 112]».

Поэтому *цель* нашей статьи состоит в том, чтобы попытаться разобраться, что может дать геометрия для понимания музыки, и каким образом можно её визуализировать.

К геометрии музыки обращался ещё Пифагор, когда изучал соотношения и созвучия тонов. Его геометрические теории активно применялись в эпоху Средневековья и Возрождения.

Открытие Декартом в XVII столетии системы координат сыграло значительную роль в развитии геометрического отображения музыкальных закономерностей. Стали появляться изображения тональных отношений между нотами и тональностями, определяемые их позицией в пространстве. [8, с. 283] Идея тонального пространства, понимаемого, как отношение тонов друг к другу, и представленного в виде геометрических моделей, активно развивается в XVII-XVIII веках. [11] Одно из представлений тонального пространства – квинтовый круг, впервые геометрически построил [И. Д. Хейнихен](#) в 1728 году. Данный подход оказался весьма удобным для анализа музыкальной гармонии и получил дальнейшее развитие. В 1855 году М. В. Дробиш предложил спираль квинт для изображения эквивалентности октав. Шепард (1982 год) использовал двойную спираль двух целотоновых рядов, объединённую с квинтовым кругом, которую он назвал мелодической картой. [6, с. 42-44] Эйлер в 1739 году предложил использовать решётку, в которой одна ось соответствовала

чистым квинтам, а другая – мажорным терциям. Тональная решётка (позже названная Tonnetz) являлась абстрактной моделью тонального пространства.

Данное направление продолжали развивать исследователи в XIX и XX веке (А. В. Эттинген, К. Крумхансл, [Д. Левин](#) и другие). Теоретик музыки [Х. Риман](#) предложил использовать тональное пространство для прочерчивания линий гармонического движения между аккордами. «...Неоримановские теоретики реструктурировали Tonnetz как сеть для иллюстрации некоторых трансформационных отношений [9]». При представлении Tonnetz в трёхмерном пространстве получилась модель Спирали-Массива [3]. Была также сформирована сетка тоновых классов на поверхности тора, с последующим обобщением в теории графов и алгебре.

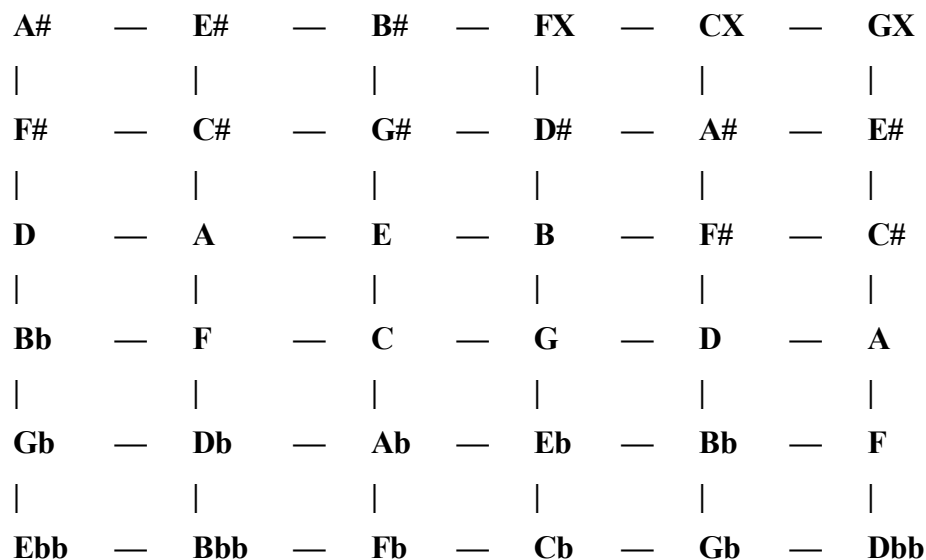


Рис. 1. Tonnetz [11]

Таким образом, геометрические модели музыки активно использовались для наглядности в рамках теоретических поисков. Они должны были выражать суть абстрактных музыкальных отношений.

В XX веке Ф. Клейнс предложил новый взгляд на пространство. Если раньше учёные интересовались вопросом о том, из чего оно состоит (точки, линии, плоскости), то Ф. Клейнс предложил исследовать его трансформационные возможности. [7, с. 96] Музыку можно поместить в двухмерное пространство, так как основными её характеристиками являются высота тона и время. Получается плоскость, на которой возможны четыре вида трансформации. Для музыки Ф. Клейнс доказывает существование двух видов: отражение и поворот. Таким образом, мелодию можно проанализировать с точки зрения наличия в ней такого рода трансформаций.

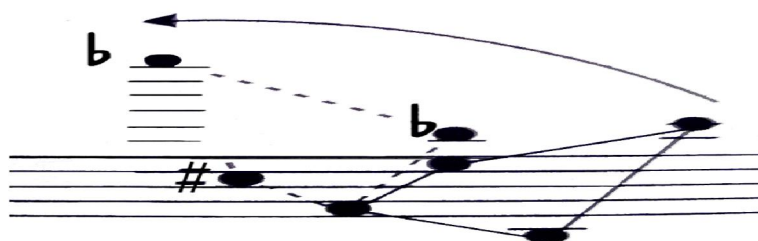


Рис. 2. Изометрия музыкального пространства в модели Ф. Клейнса [7, с. 98]

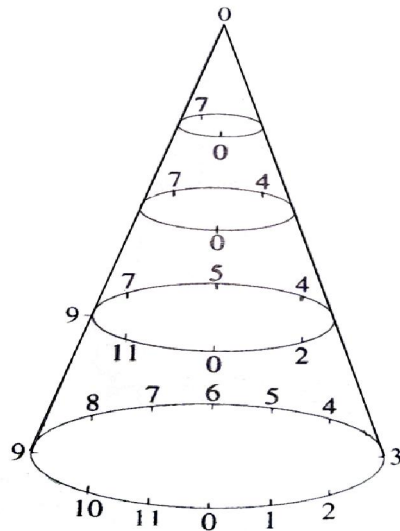


Рис. 5. Конус тонального пространства [6, с. 50]

Таким образом, Ф. Лердал пытается найти адекватный способ описания, по сути дела, когнитивных компонентов восприятия музыки, для чего им была «...разработана формальная музыкально-теоретическая модель, которая хорошо соотносится с данными психологических экспериментов и унифицирует работу с тонами, аккордами и ключами в рамках одной модели [1, с. 51]». До настоящего времени модели тональных отношений являются одним из наиболее популярных направлений в музыкальных исследованиях, и теория Ф. Лердала не единственная в данной области. Основная идея подхода заключается в выявлении тонального центра музыкального фрагмента, который «...может быть определён как наиболее устойчивый тон, вокруг которого слушатель организует другие тона... [4, с. 12]».

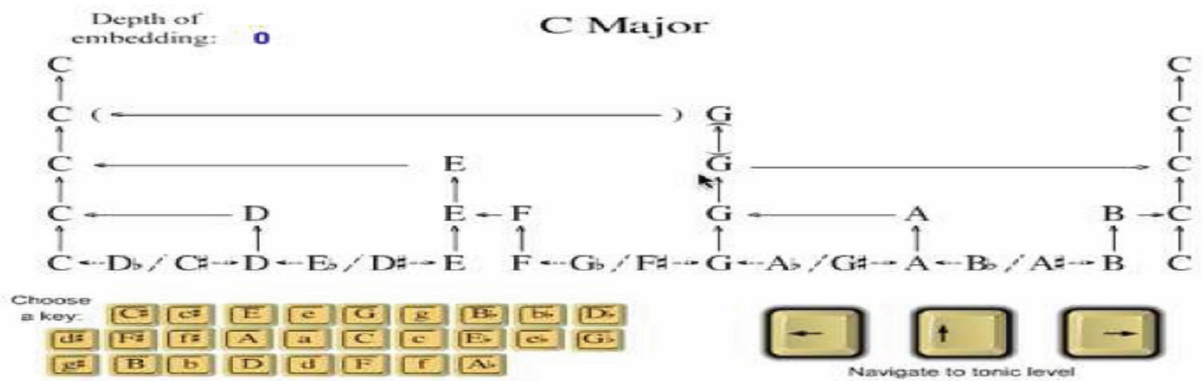


Рис. 6. Тональное пространство Ф. Лердала в компьютерной программе. [13]

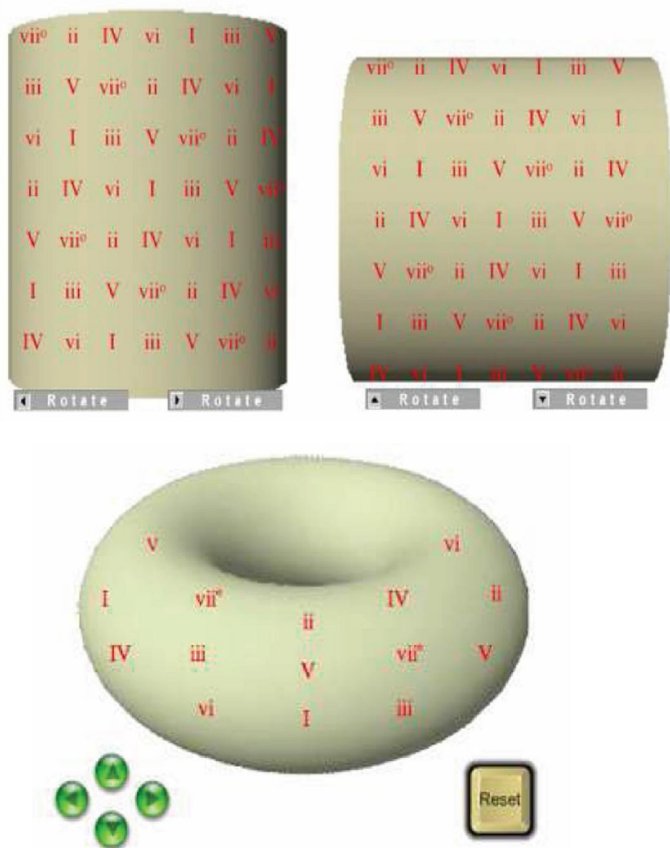


Рис. 7. Тональное пространство, расположенное на двух цилиндрах. [13]

Рис. 8. Пространство аккордов на торе. [13]

С развитием вычислительной техники, особенно на уровне персональных компьютеров, вполне естественным шагом было создание программ для геометрического моделирования музыкальных отношений. И такого рода приложений, как и самих моделей, было создано достаточно много. Практически каждый исследователь в данной области стремится упростить работу с геометрической моделью. В качестве примера мы рассмотрим программы, воплощающие идеи Ф. Лердала и Д. Тимошко.

Дж. К. Вильямс разработал программу для более адекватной визуализации отношений тоновых уровней Ф. Лердала. Программа должна «помочь пользователю проводить связи между элементами системы, изучать глубину их взаимодействия с тональным контекстом, рассчитывать расстояния между ними [13]».

С помощью изображённых элементов навигации пользователь может перемещаться по тональному пространству и рассчитывать расстояние между аккордами в рамках определённого региона (тональности). Для изображения цикличности тонального пространства Дж. К. Вильямс предлагает нанести римские цифры, которые отображают

позицию основания аккорда, на поверхность двух цилиндров. Фигуры можно вращать по осям (рис. 7). Для того чтобы модель лучше соответствовала замыслу, цилиндры можно объединить в тор, который также подлежит вращению (рис. 8).

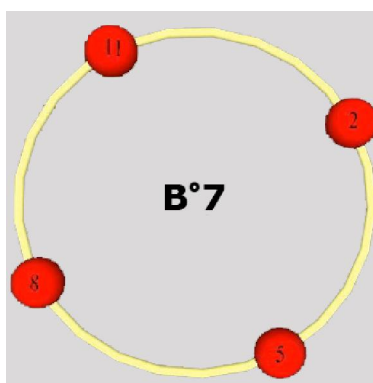
В процессе анализа определённого музыкального фрагмента, пользователь может одновременно наблюдать за изменениями на графиках и слушать анализируемую мелодию. Предусмотрен также параллельный процесс подсчёта тоновых расстояний и значимости аккордов в тональном контексте, в соответствии с иерархической структурой.

Д. Тимошко воплотил свою собственную теорию в виде программного обеспечения. Основная цель его исследований состояла в том, чтобы выявить факторы, влияющие на восприятие тональности, и, по сути дела, обуславливающие её восприятие. «Западноевропейские музыканты, – пишет Д. Тимошко, – обычно классифицируют последовательности тонов, не обращая внимания на влияние пяти музыкальных трансформаций: октавный сдвиг, перестановка, транспозиция, инверсия, изменение количества элементов. Моделируя этот процесс математически, оказывается, что данная схема продуцирует 32 эквивалентных отношения аккордов, 243 эквивалентных отношений аккордовых последовательностей, 32 семейства геометрических пространств, в которых представлены аккорды и аккордовые последовательности. Эта модель открывает связь между теоретико-музыкальными концептами, даёт новый аналитический инструментарий, унифицирует существующие геометрические представления, и предлагает путь для понимания схожести аккордовых типов [12, с. 346]».

Компьютерная программа «ChordGeometries», разработанная Д. Тимошко, позволяет представить аккорды и голосоведение в различных геометрических пространствах. Она позволяет пользователю вводить с клавиатуры MIDI аккорды, получать соответствующие изображения, и параллельно прослушивать исследуемую мелодию. Голосоведение между последующими аккордами изображено в виде траекторий в заданном пространстве. Аккорды представлены как точки в пространстве. Цвет точек (аккордов) обозначает, каким образом аккорд делит октаву.

Программа позволяет располагать аккорды в нескольких видах пространств:

1. Линейное пространство – тона изображены в виде точек на линии. Расстояния между ними посчитаны как логарифм частоты. Это пространство напоминает стандартную клавиатуру фортепиано.



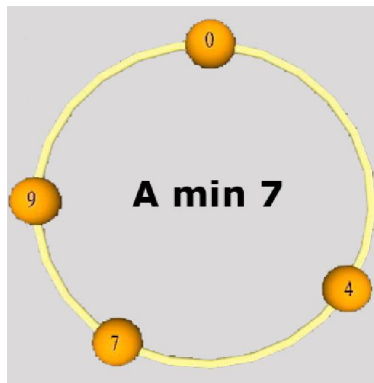


Рис. 9. Круговое пространство. [ChordGeometries]

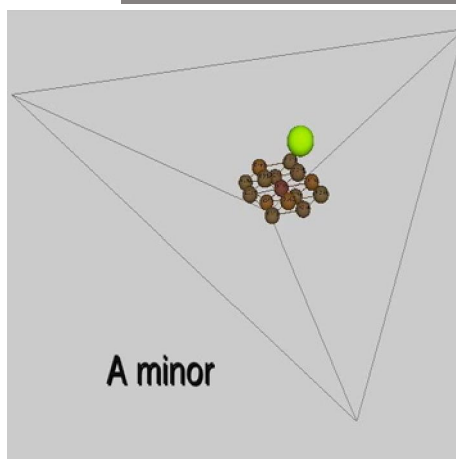
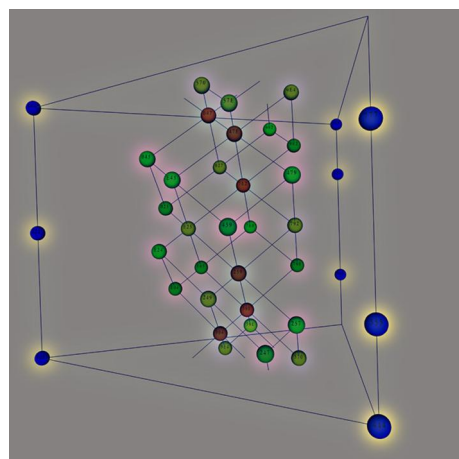


Рис. 10. Трёхмерное пространство.
[ChordGeometries]

Рис. 11. Четырёхмерное пространство.
[ChordGeometries]

2. Круговое пространство – все одноимённые тона представлены одной точкой – классом тонов.
3. Двухмерное пространство – неупорядоченные пары классов тонов расположены в виде точек на полосе Мебиуса. Верхние и нижние края являются зеркальным отображением друг друга. Правый и левый край склеены между собой, образуя полукруг.
4. Двухмерное пространство множества классов – точки в этом пространстве изображают неупорядоченные пары классов тонов, образующие транспозицию.
5. Трёхмерное пространство – неупорядоченные тройки классов тонов представлены как точки в орбиобразном пространстве, разграниченные переплетённым тройным тором. Фигура выглядит как треугольная призма, верхняя и нижняя плоскости которой соединены.
6. Трёхмерное пространство множества классов – точки в этом пространстве изображают транспонированный набор классов или неупорядоченные триады. В результате образуется конус.
7. Пространство тетра хорда – орбиобразная фигура имеет четыре измерения. Одновременно мы можем видеть только часть. Программа даёт возможность делать срезы в виде тетра хордов.

Таким образом, геометрическая модель Д. Тимошко наглядно изображает основные положения его теории, что значительно облегчает её понимание и способствует получению новых закономерностей, которые вытекают непосредственно из диаграмм.

Но, несмотря на большое количество научных изысканий в данной области, вопрос о том, каким образом структура музыки связана с её содержанием, остаётся открытым. Возможно, это происходит потому, что исследователи находятся на слишком высоком уровне – уровне тональности. Без внимания остаётся образующий элемент мелодии – тон. Но кроме констатации неких физических свойств, звука, который принято считать музыкальным тоном, исследователи не предпринимают практически никаких усилий для изучения тона. Именно в этом, на наш взгляд, основная ошибка, препятствующая продвижению в изучении музыки. Прежде всего, необходимо ответить на вопрос, что такое тон и каким образом тона связаны между собой. Первым шагом в изучении этого вопроса может быть предлагаемая нами программа, позволяющая визуализировать связи тонов в мелодии, которая и служит основой любого музыкального произведения.

Разработанная нами программа предоставляет возможность наглядно изобразить 12 тонов европейской музыки и отношения между ними (на плоскости и в объёме). В текстовое поле, разбитое на такты, пользователь вносит символы тонов (с – до, d – ре, e – ми, f – фа, g – соль, a – ля, b – си) и полутонов (например, a#). На диаграммах отображается последовательность переходов от одного тона к другому. Для наглядности тона на диаграммах и линии связей отображаются различными цветами таким образом, что линия закрашивается в цвет тона, от которого она исходит. Мы берём тона в пределах одной октавы, не учитывая в графическом представлении их длительность, темп и так далее. Несомненно, для восприятия мелодии эти компоненты чрезвычайно важны, однако с нашей точки зрения,

предлагаемый подход вполне оправдан, так как анализ всего многообразия музыкальных свойств одновременно до сих пор не дал желаемого результата.

На рис. 12 представлено плоское отображение. Каждая диаграмма соответствует отдельному такту. Совокупность линий тоновых связей всех тактов мелодии образует структуру, получение которой и является основной целью работы с плоскими диаграммами. Пользователь имеет возможность сохранять структуры, сопоставлять структуры разных мелодий, применять их к диаграммам, получая новые варианты исходной мелодии. Возможно, на основании наглядного и математического анализа структур мелодий получится выявить неизвестные ранее закономерности их построения.

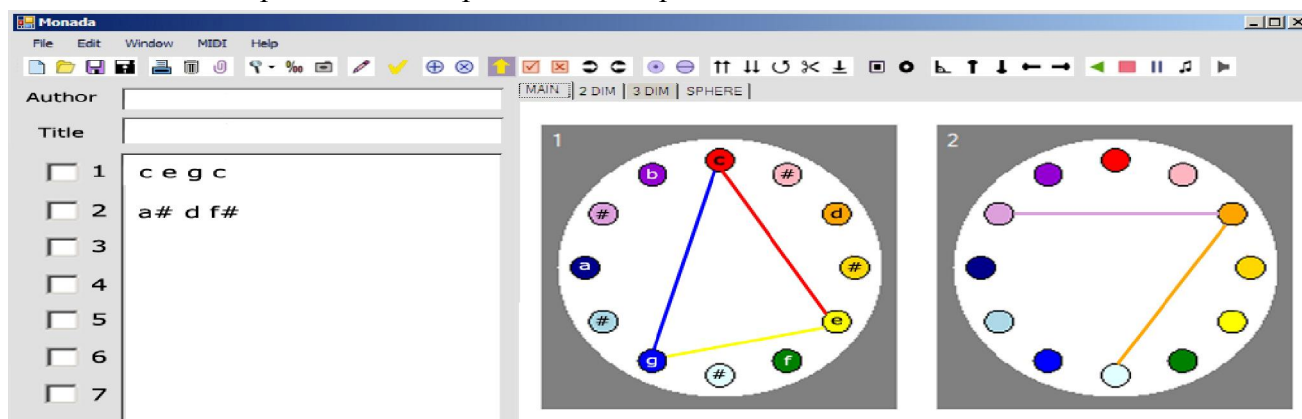


Рис. 12. Плоские диаграммы тактов.

На рис. 13 изображена трёхмерная модель мелодии. Она состоит из последовательности тоновых уровней, на каждом из которых расположено 12 тонов. Пользователь имеет возможность вращать полученную фигуру в пространстве, исключать из просмотра изображения уровней, получая при этом цепочку из тонов и линий тоновых связей.

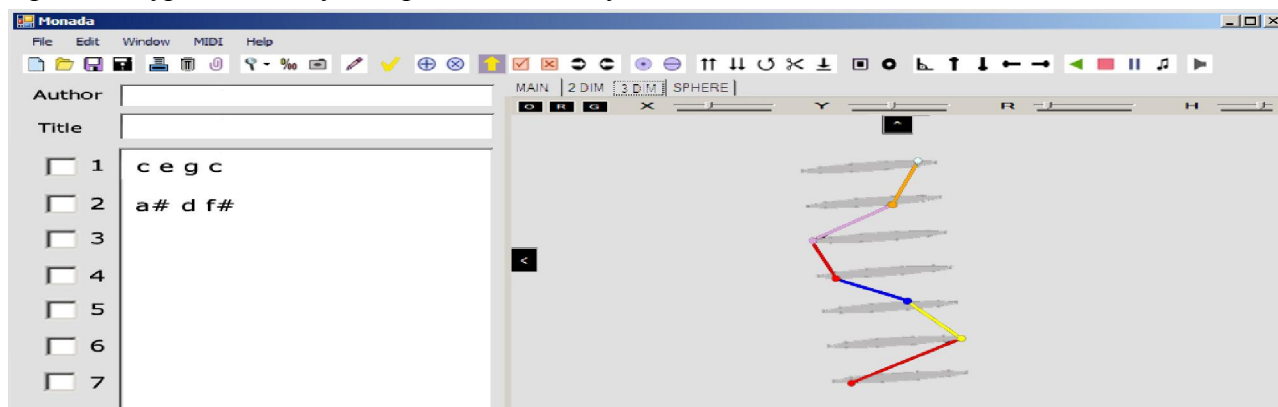


Рис. 13. Диаграмма тоновых уровней.

Таким образом, если плоские диаграммы в основном необходимы для анализа структуры, то трёхмерная модель необходима для изучения последовательности тонов, поскольку для восприятия мелодии важно не только какие тона в неё входят, но и в каком порядке. Пользователь также имеет возможность прослушать получившуюся мелодию.

Такого рода графическое представление отчасти является условным, как, впрочем, и другие подобные интерпретации музыки. Именно поэтому мы предлагаем рассматривать только мелодию музыкальных произведений и сосредоточить внимание на геометрическом представлении связей тонов и их анализе. С нашей точки зрения, данный подход позволит приблизиться к пониманию того, что представляет собой музыкальный тон и какая внутренняя логика лежит в основе объединения тонов в мелодию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bas de Haas W. Tonal Pitch Step Distance: a Similarity Measure for Chord Progressions [Electronic Edition] / W. Bas de Haas, C. Remco, F. Wiering // Ninth International Conference on Music Information Retrieval, (Pennsylvania, September 14-18, 2008) / [Drexel University](#) in Philadelphia, USA. – 2008. – 83 p. – Access to the Recourse: http://ismir2008.ismir.net/papers/ISMIR2008_252.pdf
2. Benadon F. A Circular Plot for Rhythm Visualization and Analysis [Electronic Edition] / F. Benadon // Music Theory Online. The Online Journal of the Society for Music Theory. – 2007. – Vol. 13, № 3. – Access to the Recourse: <http://www.mtosmt.org/issues/mto.07.13.3/mto.07.13.3.benadon.html>.
3. Chew E. Out of the Grid and Into the Spiral: Geometric Interpretations of and Comparisons with the Spiral-Array Model [Electronic Edition] / E. Chew // Computing in musicology. Tonal Theory for the Digital Age. – 2007. – Vol. 15. – P. 51-72.
4. İzmirli Özgür. Cyclic-Distance Patterns among Spectra of Diatonic Sets: The Case of Instrument Sounds with Major and Minor Scales / Özgür İzmirli // Computing in musicology. Tonal Theory for the Digital Age. – 2007. – Vol. 15. – P. 11-23.
5. Krumhansl C. L. Cognitive Foundations of Musical Pitch / C. L. Krumhansl. – New-York: Oxford University Press, 2001. – 307 p.
6. Lerdahl F. Tonal Pitch Space / Lerdahl F. – Oxford: Oxford University Press, 2005. – 412 p.
7. Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals / [Edited by J. Fauvel, R. Flood, R. Wilson]. – New-York: Oxford University Press, 2006. – 190 p.
8. Nolan C. Music Theory and Mathematics / C. Nolan // The Cambridge History of Western Music Theory / [Edited by T. Christensen]. – New York: Cambridge University Press, 2008. – P. 272-307.
9. Peck R. W. Klein-Bottle Tonnetze [Electronic Edition] / R. W. Peck // Music Theory Online. The Online Journal of the Society for Music Theory. – 2003. – Vol. 9, № 3. – Access to the Recourse: <http://www.mtosmt.org/issues/mto.03.9.3/mto.03.9.3.peck.pdf>
10. Perini L. Scientific Reasoning, Mental Models, and Depiction [Electronic Edition] / L. Perini // Art and Cognition Workshops – Access to the Recourse: http://www.interdisciplines.org/medias/conf/archives/archive_5.pdf.
11. The Chemistry Encyclopedia [Electronic Edition]. Access to the Recourse: www.chemistrydaily.com.
12. Tymoczko D. Generalized Voice-Leading Spaces / D. Tymoczko // Science. – 2008. – Vol. 320. – P. 346-348.
13. Williams J. K. An Interactive, Multimedia Environment for Exploring Tonal Pitch Space [Electronic Edition] / J. K. Williams // ICL Conference, (Villach, September 26-28, 2007) / Villach, Austria. – 2007. – Access to the Recourse: http://www.telearn.org/warehouse/56_Final_Paper_%28001632v1%29.pdf.

