Цареградская Т. В.

СЕТ-ТЕОРИЯ В США: МИЛТОН БЭББИТТ И АЛЛЕН ФОРТ

SET THEORY IN THE USA: MILTON BABBITT AND ALLEN FORTE

Аннотация. Так называемая сет-теория («теория рядов») — известная современная методология, применяемая преимущественно в анализе новой музыки, прежде всего свободно-атональной и додекафонной. В статье изложены основы теории, продемонстрированы ее достоинства и ограничения.

Abstract. The so-called set theory is a well-known contemporary methodology used mainly in the analysis of new music, especially free atonal and twelve-tone. The article presents the fundamentals of the theory, discusses its merits and limitations.

Ключевые слова: сет-теория (теория рядов), М. Бэббитт, А. Форт, исходные ряды, вторичные ряды, высотный класс, транспозиционный эквивалент, комбинаторность, интервальный вектор, z-соотнесенность.

Key Words: set theory, Milton Babbitt, Allen Forte, source-sets, secondary sets, pitch-class, transpositional equivalent, combinatoriality, interval vector, Z-relation.

Сегодня сет-теория[1] (или «теория рядов», по версии, принятой в книге «Музыкально-теоретические системы»[2]) – это широко известное в академических музыкальных кругах учение, заключающее в себе весьма активно применяемый аналитический метод[3]. Зародившись в конце 1950-х в теоретических работах композитора Милтона Бэббитта[4] и получив мощное продолжение в трудах

[1] Предлагаемое для русскоязычного читателя название «сет-теория» не впервые появляется на страницах научных работ. Первый раз оно было использовано, по всей видимости, в небольшой книге Н. С. Гуляницкой «Гармония и методы рационализации в музыке 50-х годов» (М., 1982); одновременно я применила его в своей кандидатской диссертации «Критический анализ композиционных методов П. Булеза, К. Штокхаузена, М. Бэббитта: к проблеме сравнительного изучения музыкального авангарда 50-х годов» (М., 1987).

[2] Американская теория рядов // *Холопов Ю., Кириллина Л., Кюрегян Т., Лыжов Г., Поспелова Р., Ценова В.* Музыкально-теоретические системы: учебник для историко-теоретических и композиторских факультетов музыкальных вузов. М., 2006.

[3] Wikipedia приводит список из 12 только интернет-сайтов, на которых выложена информация по быстрому и краткому усвоению сведении сет-теории; см. Set theory (music). Подробный список трудов, где изложены положения сет-теории, очень велик, он доступен в The New Grove Dictionary (2001), статья Set theory. Сет-теория применяется не только американскими учеными, существует европейская «ветвь» теории, в частности, в финском музыкознании.

[4] Укажем основные работы, где излагаются основы сет-теории Бэббитта (по The New Grove Dictionary, ст. Babbitt, Milton): Twelve-Tone Invariants as Compositional Determinants // *MQ*, xlvi (1960), repr. in *Problems of Modern Music*, ed. P. H. Lang (New York, 1960); Past and Present Concepts of the Nature and Limits of Music // *IMSCR VIII: New York, 1961*, repr. in *Perspectives on Contemporary Music Theory*, ed. B. Boretz and E. T. Cone (New York, 1972); Set Structure as a Compositional Determinant // *JMT*, v (1961), repr. in *Perspectives on Contemporary Music Theory*, ed. B. Boretz and E. T. Cone (New York, 1972); Twelve-Tone Rhythmic Structure and the Electronic Medium // *PNM*, i/1 (1962), repr. in *Perspectives on Contemporary Music Theory*, ed. B. Boretz and E. T. Cone (New York, 1972).

Аллена Форта[5], метод вошел одной из составных частей в аналитический аппарат американских музыковедов наравне с серийным анализом. Поскольку Бэббитт за исходный пункт своей концепции взял композиционную технику Шёнберга, можно считать, что сет-теория является «ответвлением» додекафонии, со временем распространившимся на любую «атональную» музыку, а впоследствии и на некоторые тональные явления.

История появления сет-теории многократно описана как в англоязычных, так и в русскоязычных источниках[6]. Со времени появления первых публикаций Бэббитта стало очевидно, что сформировалась музыкальная теория, в основании которой лежит стремление к осмыслению музыкального искусства (или, по крайней мере, его части) как *феномена математической логики*. Исходя из этого, композитор дал ей имя “set theory”, что значит «теория множеств», но в то же время «теория рядов». Поскольку Бэббитт (волей обстоятельств) имел хорошую математическую подготовку[7] и смог отнестись к музыке как к «множеству», он тем самым открыл возможность еще одной интерпретации этого феномена[8]: «Бэббитт, хорошо знакомый (так же, как Булез и Штокхаузен – *Т. Ц.*) с математикой, увидел в двенадцатитоновой музыке не просто “метод”, но настоящую систему (system), что отвергалось Шёнбергом, а в высотном ряде – не просто серию (series), но упорядоченный “ряд” (set) в определенном математическом смысле»[9].

Необходимое отступление: Математическая теория множеств (англ. set theory) берет свое начало в трудах Георга Кантора, опубликованных между 1874-м и 1897 годом. Множество – одно из самых широких понятий, ключевых объектов математики, в частности теории множеств и логики. Понятие множества не сводится к другим понятиям. Формулировка, предлагаемая Кантором, такова: «Под “множеством” мы понимаем соединение в некое целое *M* определенных хорошо различимых предметов *m* нашего созерцания или нашего мышления (которые будут называться “элементами множества *M*”»[10]. Другая формулировка принадлежит Бертрану Расселу: «Множество есть совокупность различных элементов, мыслимая как единое целое»[11]. По условиям теории множеств любой объект может считаться множеством. Часто употребляемый синоним множества – алфавит.

Из работ Бэббитта можно понять, что он чувствует себя «связующим звеном» между миром математики и миром музыки; «следопытом», чья функция – пройти по уже известным вещам, но дать о них нетрадиционное представление, которое вписало бы музыку в совершенно иной контекст. Именно в этой связи ему

---

5 Информация о трудах Форта размещена на его официальном сайте http://www.allenforte.com.

6 На русском языке наиболее подробно информация по этому вопросу изложена в кандидатской диссертации Е. Изотовой «Теория рядов в свете американской музыкальной науки 60–80-х гг. XX века» (М., 2008).

7 Математика была семейной традицией. По словам самого композитора, «Он [отец М. Бэббитта – *Т. Ц.*] был академическим математиком, который уехал в Пенсильванский университет и защитил диплом в Иллинойсе. И как раз в то время, когда он собрался продолжить свою работу, с ним случилось то же, что позже случилось со мной. То есть его обязали заниматься математикой с людьми, которые участвовали в войне (люди не подозревают, что такое происходило во время первой мировой войны). Потом он поехал в Небраску» (*Duckworth W.* Talking music: conversations with John Cage, Philip Glass, Laurie Anderson and five generations of American experimental composers. N. Y., 1995. С. 55).

8 В определенном смысле можно рассматривать «сет-теорию» как одну из вариаций на тему «музыка как…», среди которых самая, возможно, известная – «Музыка как предмет логики» А. Ф. Лосева

9 *Perle J.* Serial composition and atonality. Berkeley, 1977. P. 232.

10 *Кантор Г.* К обоснованию учения о трансфинитных множествах // Труды по теории множеств. М., 1985.

11 Цит. по: wikipedia.org/wiki / Множество.

приходит в голову совместить в одном понятии два значения слова set[12]: «ряд» (музыкальный) и «множество» (математическое). Им движет пафос революционера; начало своей известной статьи «Двенадцатитоновые инварианты как композиционные детерминанты»[13] он посвящает описанию настоящего момента в истории, который характеризуется необходимостью развития и исследования завоеваний Шёнберга в области двенадцатитоновой *системы*[14]. Несмотря на то, что Шёнберг не считал свой метод композиции системой, Бэббитт настаивает именно на системном понимании двенадцатитоновости. Он рассматривает более ранние звуковысотные системы как «исторически предшествующие» и говорит о глубоком различии между ними и двенадцатитоновостью, так как последняя имеет «фундаментальные структурные детерминанты»[15]. Поскольку, по его мнению, двенадцатитоновая система является «формальной системой», постольку она может быть охарактеризована через ее *элементы*, их *отношения* и определенные *операции* с соотнесенными элементами. Таким образом, Бэббитт фактически вводит характеристику двенадцатитоновой системы как *структуры*.

Элементы системы

Элементами двенадцатитоновой звуковысотной системы являются отдельные высоты (звуки), представленные как *высотные классы*[16]. Понятие высотного (точнее звуковысотного) класса (pitch class)[17] было введено Бэббиттом впервые и, несмотря на то, что это понятие давно использовалось «по умолчанию» всем музыкантским сообществом, его применение оказало существенное значение на построение теории. Прокомментируем понятие pitch class словами ученика Бэббитта, Аллена Форта: «Допускается, что только двенадцать высот представляют собой основу хроматической системы <…> Это значит, что все двенадцать высот представлены в пределах одной октавы (допустив октавную эквивалентность) и что нотация одного и того же звука может быть различной (допустив энгармоническую эквивалентность)»[18]. Для обозначения высотных классов были введены цифры от нуля до 11[19]. Таким образом, последовательность высотных классов может быть представлена так:

[12] Слово «set» – одно из самых полисемичных в английском языке. Количество значений по словарю Уэбстера (Webster Dictionary) насчитывает около 50 (исключая аббревиатуры).

[13] *Babbitt M.* Twelve-tone Invariants as Compositional Determinants // Musical Quarterly 46 (1960), 2.

[14] Схожими качествами характеризуется отношение к двенадцатитоновости у Булеза: «Это было откровение <…> имея это, музыка выходила из мира Ньютона в мир Эйнштейна. Идея тональности базировалась на Вселенной, руководимой законом всемирного тяготения. Серийная идея основана на принципе постоянно расширяющейся Вселенной» (*Peyser J.* Boulez. London, 1978. P. 45).

[15] *Babbitt M.* Twelve-tone Invariants as Compositional Determinants. P. 246.

[16] «Если элементы двенадцатитоновой звуковысотной системы в самом деле традиционны, являясь высотными классами, где классы определяются через октавную эквивалентность, и поскольку таких классов двенадцать – соответственно хроматически равномерно темперированному пространству частотного континуума, – то именно здесь и заметны различия» [имеются ввиду различия между двенадцатитоновой и предшествующей ей системой. – *Т. Ц.*]. Там же, с. 247.

[17] Понятие «класс» употреблено Бэббиттом в логическом смысле: «выражает совокупность предметов, удовлетворяющих какому-либо условию (условиям) или свойству (свойствам), признакам» (*Кондаков Н.* Логический словарь-справочник. М., 1975. С. 256). Идея высотных классов основывается на признании равномерно темперированного строя как единственно возможного, а также на стремлении построить иерархию: сначала некий высотный класс, затем его октавное перемещение.

[18] *Forte A.* The Harmonic Organization of *The Rite of Spring*. New Haven and London, 1978. P. 1. Укажем, что для теории рядов важным является понятие эквивалента: энгармонический эквивалент (все названия энгармонически равных звуков эквивалентны), транспозиционный эквивалент (повтор проведения на любой высоте эквивалентен основному проведению), инверсионный эквивалент (последование интервалов, инверсионно равное данному, эквивалентно).

[19] В упомянутой коллективной работе «Музыкально-теоретические системы» (2006) высказано предположение, что считать звуки хроматического звукоряда от нуля до двенадцати первым предложил Б. Л. Яворский в работе «Строение музыкальной речи» (1908).

0 c=his=deses
1 cis=hisis=des
2 d=cisis=eses
3 es=dis=feses
4 e=disis=fes
5 f=eis=geses
6 fis=eisis=ges
7 g=fisis=asas
8 as=gis
9 a=gisis=beses
10 b=ais=ceses
11 h=aisis=ces

Для Бэббитта соответствие одной высоты одному высотному классу – исходный пункт для математических аналогий: «В двенадцатитоновой системе имеется взаимно однозначное соответствие (one-to-one correlation) между нотированной высотой и представленной высотой звука в противоположность неоднозначности в тональной музыке»[20]. Поэтому возникают условия для определения, что такое «множество» (или «ряд»). Это, по Бэббитту, «тотальное линеарное упорядочение высотных классов, то есть двенадцатитоновый сет *S*»[21]. Упорядочение звуков выявляется по сумме отношений всех представленных в сочинении рядов. Тем самым, по мнению Бэббитта, «Шёнберг устанавливает пермутационную музыкальную систему, в противовес комбинационным системам прошлого»[22]. В чем видит Бэббитт преимущество пермутационной системы? В том, что ее отношения не регламентируются контекстом тональных отношений и поэтому можно чисто математически вывести количество перестановок, дающих разные ряды. Это 12! (факториал), общее число двенадцатизвучных рядов, независимо от их устройства[23]. Другими словами, Бэббитт стремится поставить предел количеству рядов, хотя успешно решить эту задачу удается лишь ученику и соратнику Бэббитта Аллену Форту[24]. В то время как Бэббитт рассматривает в качестве «множеств» двенадцатитоновые ряды, Форт вводит в обиход такие «множества», где число звуков составляет от 3 до 12. Это происходит тогда, когда в поле его зрения попадает не только додекафонная, но и «свободно-атональная» музыка. Бэббитт, опираясь на двенадцатитоновые ряды (то есть серии), рассматривает «упорядоченные множества» (ordered sets). Форт расширяет спектр элементов, добавляя «неупорядоченные множества» (unordered sets).

Как выглядит звуковое «множество»? У Бэббитта это двенадцатитоновая серия с относительной нумерацией высот, где нулевой звук – тот, с которого начинается ряд. У Форта ряд – это полученная в результате нескольких аналитических действий цифровая последовательность, представляющая собой *редукцию* исходного высотного содержания (pitch content)[25]. Правила редукции вкратце

[20] *Babbitt M.* Twelve-tone Invariants as Compositional Determinants. P. 247.

[21] Там же.

[22] Там же.

[23] Очевидно, Бэббитт не принимает во внимание ограничения, которые существовали в построении серий. Например: «серия не должна быть тождественна хроматической гамме, квартовому или квинтовому кругу <…> не допускаются мелодические ходы, создающие арпеджио диатонических аккордов (особенно трезвучий)»: *Когоутек Ц.* Техника композиции в музыке XX века. М., 1976.

[24] Аллен Форт родился в Портленде, штат Орегон, 23 декабря 1926 года. Получил образование в Колумбийском университете, с 1959 работал в Йельском университете с 1968 года – профессор). Был главным редактором издания Journal of Music Theory (1960–67). Среди его наиболее известных теоретических работ – The Structure of Atonal Music (New Haven, 1973), The Harmonic Organization of *The Rite of Spring* (New Haven, 1978), Introduction to Schenkerian Analysis (New York, 1982, соавтор – S. E. Gilbert), The Atonal Music of Anton Webern (New Haven, 1997), большое количество статей.

[25] «Редукция рядов и сведение разных созвучий <…> к единой модели – эти процедуры были, безусловно, заимствованы Фортом из теории Шенкера, поклонником которой он являлся»: *Холопов Ю.* и др. Музыкально-теоретические системы. С. 534.

таковы: 1. определяется *высотная комбинация*[26]; 2. она сводится к самому тесному расположению звуков; 3. звуки комбинации выстраиваются от нулевого тона (то есть от *до*); 4. высоты переводятся в цифровые обозначения (например 0, 2, 5, 6). Полученная цифровая последовательность сравнивается с Таблицей, где приведен основной вид рядов (см. Приложение).

Приведем пример получения звуковысотного ряда из высотной комбинации (А. Веберн – Пьеса для скрипки и фортепиано соч. 7 № 4):

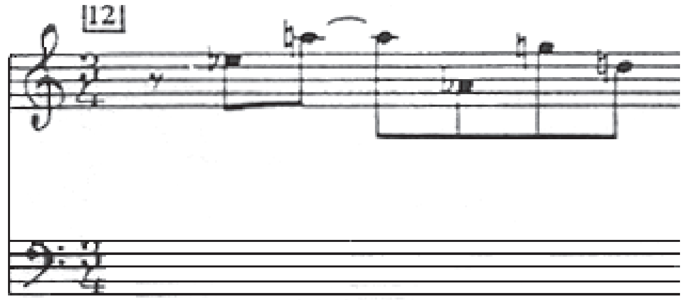
Последовательно взятые звуки – d^1, g^2, fis^1, dis^2, e^3.

Упорядоченные по направлению снизу вверх безотносительно к октаве – d, dis, e, fis, g.

Выраженные через высотные классы: 2, 3, 4, 6, 7.

Приведенные к транспозиционному эквиваленту: 0, 1, 2, 4, 5.

Находим 0, 1, 2, 4, 5 в таблице Форта: это ряд 5-3. Однако это самый простой случай, когда высотная комбинация без лишних сложностей соответствует ряду в таблице. Если ряд не соответствует табличной схеме, то он находится в каком-то из производных от основного ряда видов, то есть в неосновной форме *ротации* или *инверсии*, что требует соответствующих аналитических процедур. Например (А. Веберн – № 5 из цикла «Пять частей для струнного квартета» соч. 5):



A : [2,3,7,8,9]

В приведенном отрывке транспозиционно эквивалентная последовательность высот будет 0,1,5,6,7. Такого ряда в таблице Форта мы не найдем. Чтобы понять, от какого основного вида является производным приведенный выше ряд, мы должны выяснить, не является ли он неосновной формой ротации. Для этого следует представить пять вариантов ротации, от каждого из звуков ряда. Исходную форму покажет тот ряд, в котором разность крайних цифр наименьшая:

0, 1, 5, 6, 7	разность между 0 и 7 = 7
1, 5, 6, 7, 12[27]	=11
5, 6, 7, 12, 13	=8

[26] Высотной комбинацией может быть аккорд, мелодическая линия, любой элемент звуковой ткани, имеющий основания для того, чтобы быть воспринятым как отдельное целое (например, повторность, выделенность цезурами, элементами композиторской графики). Вопрос о выделении высотной комбинации для анализа атональной музыки – один из самых сложных. Впрочем, иногда композиторы «облегчают» работу теоретика, как это делает, например, Шёнберг, помечая главный и сопровождающие голоса.

6, 7, 12, 13, 17 =11
7, 12, 13, 17, 18 =11

Следовательно, исходный вид ротации – 0, 1, 5, 6, 7. И если он не совпадает с Таблицей, то остается предположить, что это инверсионный эквивалент основного. Как найти основной вид по инверсионному эквиваленту?

Очевидно, что числовое значение инверсионной формы будет выражаться через дополнительность к 12. Например, высотный класс 5 в инверсии будет 12–5=7. Эта дополнительность выражается Фортом через понятие проекции. Проекция интервальных классов в инверсии имеет вид несложной таблицы:

0 – 0
1 – 11
2 – 10
3 – 9
4 – 8
5 – 7
6 – 6

Отсюда следует, что порядок исчисления инверсии таков: сначала нужно вычесть все числа ряда 0, 1, 5, 6, 7 из 12; это даст ряд 12, 11, 7, 6, 5. Затем его следует выстроить в восходящем порядке – 5, 6, 7, 11, 12 – и привести к нулевой транспозиции: 0, 1, 2, 6, 7. В таблице Форта это ряд 5-7.

Таблица – одно из самых заметных достижений Форта, где все многообразие высотных комбинаций сведено к 208 основным рядам[28].

Существование транспозиционного и инверсионного эквивалентов не нарушает, по правилам сет-теории, идентичности ряда самому себе; поэтому такие эквиваленты учитываются в анализе как равные.

Основной вид оформляется двумя цифрами через дефис: например, ряд 3-5 означает, что в ряду три элемента, и он стоит пятым среди обозначенных в таблице[29]. Операция приведения к основному виду весьма напоминает приведение к основному виду аккорда в классической гармонии, поскольку опирается на аналогичный принцип ротации[30]. Тем самым обеспечивается возможность *сравнения* рядов между собой с целью выяснения *отношений* между ними.

Один из самых непростых вопросов в анализе – нахождение высотной комбинации. Это действие Форт называет сегментацией: «Под сегментацией понимается процедура определения музыкальных единиц (units) композиции, которые буду рассматриваться как объекты анализа»[31]. Ученый констатирует, что в то время как морфология тональных сочинений более ясна и определение аналитических объектов не представляет больших сложностей, атональные сочинения представляют собой проблему с точки зрения синтаксиса. Для поиска «первичных сегментов» применяются прежде всего общепринятые нормы членения: ритмически обособленная мелодическая фигура, выделение мотива паузами, аккорды в их слитном звучании и написании. Основные проблемы возникают тогда, когда в нотном тексте нет оснований для однозначной сегментации. Одна из эффективных, по мнению Форта, процедур сегментации – «имбрикация» (imbrication), то есть рассмотрение музыкальной ткани как наложения элементов, в котором чаще всего выделяются более «твердые» компоненты, к которым примыкают более «рыхлые»; присоединяясь, они также дают звуковысотную комбинацию (А. Шёнберг – Пьеса для оркестра соч. 16 № 1):

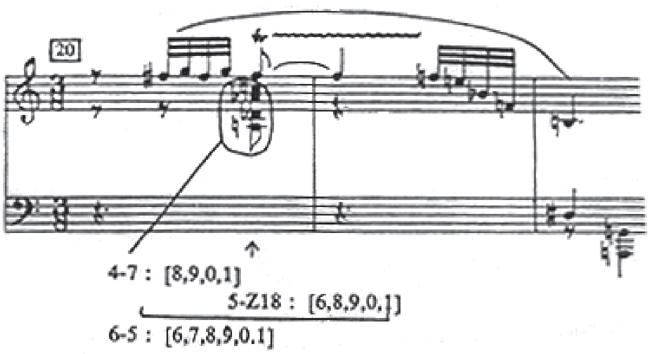
[27] Сдвигаемый элемент увеличивается на 12

[28] Это можно сравнить с упорядочением Рамо пестрого континуума аккордов в теории генерал-баса.

[29] Таблица рядов Форта приводится в упомянутой работе: *Холопов Ю.* и др. Музыкально-теоретические системы. С. 537–539.

[30] Процедура приведения к основному виду подробно описана Фортом в книге «Структура атональной музыки» (*Forte A.* The Structure of Atonal Music. New Haven, 1973).

[31] Ibid. P. 83.

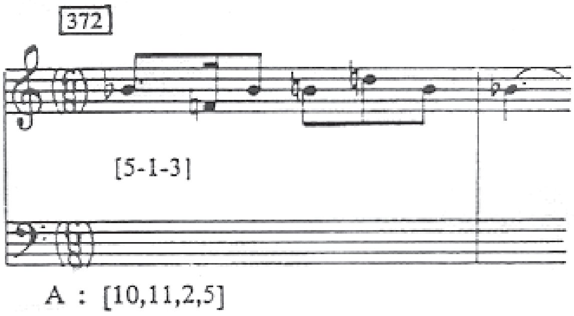


Процедура сегментации неформализуема и требует учета таких факторов, как стиль, фактура, особенности композиторской графики. Подробному рассмотрению этих обстоятельств Форт посвящает многие страницы своих трудов[32].

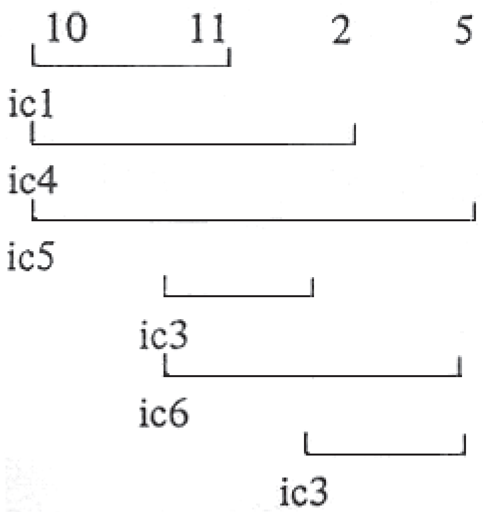
Ряды можно сравнивать между собой на основе не только высотных, но и *интервальных* классов.

Интервальные классы (interval classes) выстраиваются на той же основе, что и высотные классы. Интервальных классов всего шесть: малая и большая секунды (IC1, IC2), малая и большая терции (IC3, IC4), кварта (IC5) и тритон (IC6). Последующие интервалы – обращения этих «основных» интервалов.

Вот как демонстрирует Форт интервальное содержание ряда, начинающего Колыбельную Мари из 1-го акта «Воццека» А. Берга. Сначала он дает линейную последовательность интервалов в центре примера в квадратных скобках [5-1-3] («кварта-малая секунда-малая терция»):



Затем рассматривает совокупное интервальное содержание:



[32] Ibid. P. 83–92.

Чем будет характеризоваться такое совокупное интервальное содержание? Для этого применяется *интервальный вектор,* показывающий, сколько и каких интервалов содержится в ряду. Интервальный вектор показанного выше ряда будет таким: 102111, что должно читаться как «интервальное содержание данного ряда состоит из 1 малой секунды, 0 больших секунд, 2 малых терций, 1 большой терции, 1 кварты и 1 тритона»

Отмечено, что существуют ряды с разным высотным содержанием, но с одинаковым интервальным вектором; такие ряды получили название z-соотнесенных. Ряды 4z15 и 4z29 имеют один и тот же интервальный вектор [111111].

Таким образом, элементами сет-теории выступают ряды (сеты), представляющие собой конструкты, включающие от 3 до 12 высот, имеющие форму упорядоченного (серия) или неупорядоченного (ряд) множества, записанные цифрами. Эти элементы сет-теории далее рассматриваются в соотношении друг с другом. Можно указать два основных типа отношений: отношение включения (inclusion relation) и отношение подобия (similarity relation). Анализ этих отношений иногда позволяет получить сравнительно связную картину микротематической работы в атональных произведениях.

Отношение включения. Сет-комплекс

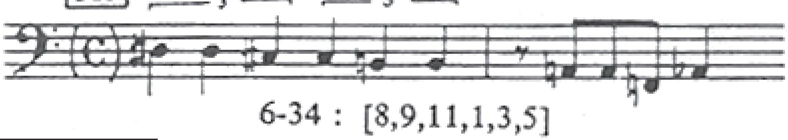
Отношение включения предполагает, что мелкие ряды могут являться составной частью крупных, а крупный ряд может быть разделен на более мелкие. Подразделение крупных рядов на мелкие образует «субряды» (subsets)[33], объединение мелких в крупные образует «универсальные ряды» (supersets)[34]. Отношение включения позволяет понять внутреннюю логику соподчинения рядов в том или ином произведении. Отношение включения позволяет построить, по выражению Форта, «двенадцатитоновый универсум», в котором более мелкие ряды системно представляют собой части более крупных, составляя в целом логическое соподчинение тематически значимых рядов. Так, анализируя «Воццека», Форт замечает, что вводимый в начале оперы ряд 5-30

5-30: [7,8,11,1,3]

является «суперсетом» для ряда 4-19, который также очень часто звучит в музыке оперы; это мотив “Wir arme Leut’”:

4-19 : [3,4,7,1]

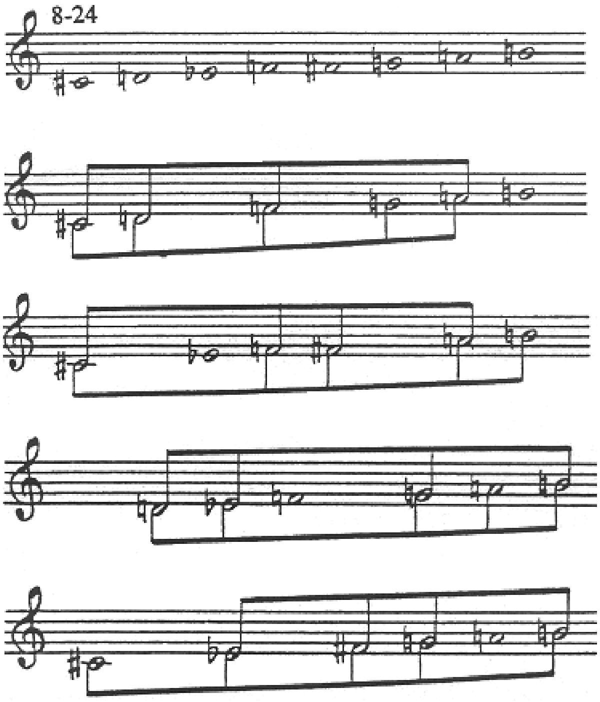
Помимо этого, Форт выделяет в «Воццеке» ряд 6-34:



6-34 : [8,9,11,1,3,5]

[33] В теории множеств – «подмножества».
[34] По аналогии с теорией множеств – «универсальное множество».

Все эти ряды входят в качестве «субсетов» в ряд 8-24, демонстрируя тем самым степень авторского отбора атональных элементов, их взаимозависимость:



Если определить ряды, выказывающие отношение включения в суперсет 8-24, то это будут:

Ряд cis d f a (4-19)

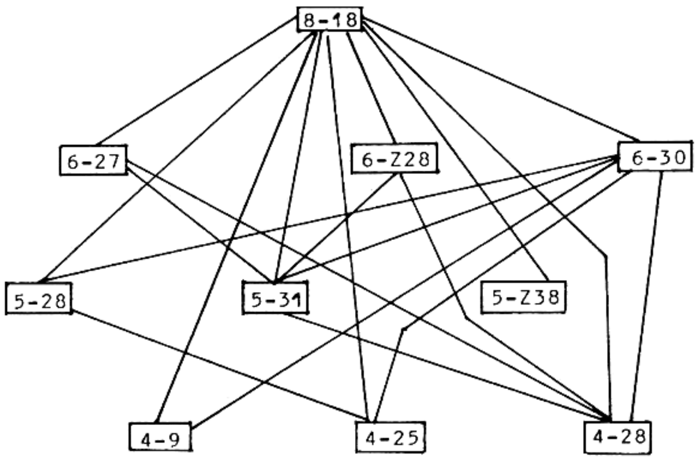
Ряд cis d f g a (5-30)

Ряд cis f fis a h (5-22)

Ряд d es g h (4-10)

Ряд cis es fis g h (5-30)

В своем исследовании «Весны священной»[35] Форт приводит впечатляющие таблицы, демонстрирующую соподчинение звукомножеств сверху донизу. В связи с тем, что основным выводом аналитика становится признание рядов 8-18 и 8-28 («октатонных» звукорядов) лежащими в основе гармонической организации «Весны священной»[36], эти ряды представлены им как «суперсеты» соответствующего семейства рядов:



[35] *Forte A.* The Harmonic Organization of *The Rite of Spring.* Op. cit.

[36] Интересно, что к тем же выводам относительно гармонической основы «Весны священной», пользуясь совершенно иной методологией, приходит и другой известный теоретик, Питер ван дер Турн: *Van den Toorn P. C.* Octatonic Pitch Structure in Stravinsky // *Confronting Stravinsky. San Diego, 1982.*

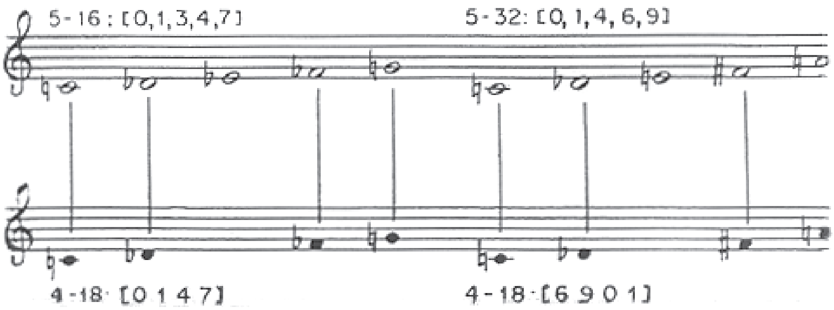
Такое отношение можно назвать «сет-комплексом», где группа рядов соотнесена с одним – «связующим» (nexus). В рамках такого «сет-комплекса» открываются перспективы исследования рядов в их отношении друг к другу и к «суперсету».

Если отношение включения фиксирует наше внимание на отношении «больше-меньше», что напоминает (до известной степени) устройство «матрешки», то отношение подобия заставляет сконцентрироваться на внутренних свойствах ряда, их качественной стороне.

Отношение подобия. Комплементарность

Подобие возникает там, где кончается эквивалентность. Это отношение может возникать: 1) на основе подобия высотных классов; 2) на основании подобия интервального содержания (интервальных векторов).

Отношение, имеющее в основание подобие высот, обозначается Фортом как Rp:



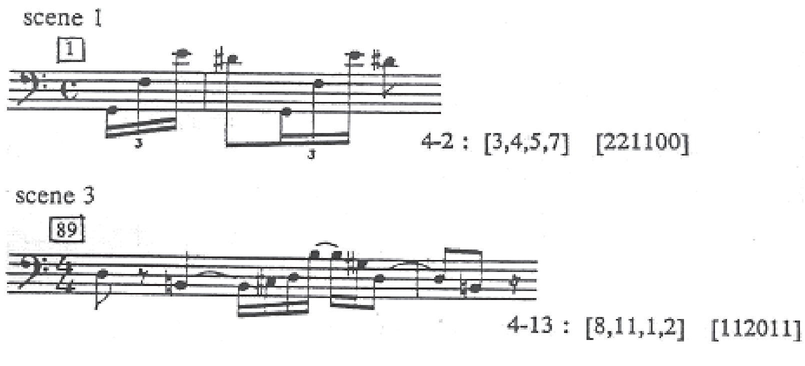
В приведенном Фортом примере[37] каждый из пятизвучных рядов, 5-16 и 5-32, содержит ряд 4-18, отличаясь друг от друга только один высотным классом. Это пример максимального подобия высотного содержания рядов. Степень подобия зависит от числа субсетов, совпадающих в рамках двух или более рядов. Соответственно с каждым несовпадающим элементом возникает степень различия рядов.

Другой вид подобия – подобие по интервальному содержанию – может быть представлен так:

5-10 [223111]

5z12 [222121]

Можно видеть, что совпадают четыре позиции: в этих рядах имеется по два интервальных класса 1 и 2, по одному интервальному классу 4 и 6. Позиции три и пять разнятся. Это, как утверждает Форт, пример максимального подобия на основе интервального содержания ряда. Минимальное подобие Форт наблюдает, например, в примере из «Счастливой руки» Шёнберга:



[37] Ibid. P. 15.

В двух интервальных векторах не совпадает ни одна позиция. Присутствие различия или подобия позволяет выявить в музыкальных текстах области структурной контрастности, когда, например, высотное содержания ряда образует нечто вроде «серединного» изложения, контрастного по отношению к начальному.

Операции

Операции с рядами рассматриваются только в работах Бэббитта, трактовавшего двенадцатитоновую теорию прежде всего как композиторский ресурс. Свою статью о структуре ряда как композиционном детерминанте он посвящает тому, как структура ряда может повлиять на структуру целого, каким образом из закономерностей ряда может вырасти музыкальная форма. Примером такого строительства для Бэббитта служит третья часть Четвертого квартета Шёнберга. Свойство, придающее двенадцатитоновому ряду операционную мобильность, – это, по Бэббиту, комбинаторность (combinatoriality). В Четвертом квартете это прежде всего *гексахордовая* комбинаторность[38].

Комбинаторность

В зависимости от правил составления можно выделить три типа комбинаций: перестановки, размещения, сочетания. Условно в комбинаторной теории можно выделить следующие три большие части: *теорию конфигураций*, включающую блок-схемы, группы подстановок, теорию кодирования; *теорию перечисления*, содержащую производные функции, теоремы обращения и исчисление конечных разностей; *теорию порядка*, включающую конечные упорядоченные множества и решётки, матрицы и теоремы существования. В рамках содержания комбинаторности Бэббитт обращается к теории *конечных упорядоченных множеств*.

Перестановки

Основу для идей перестановки Бэббитт почерпнул, конечно же, у Шёнберга. Известно, что Шёнберг начиная с 1928 года систематически использовал гексахордовую сегментацию в качестве основы для связи рядов в произведении. В Четвертом струнном квартете, например, P2 и I7 или другая пара аналогичным образом соотнесенных рядов может быть перекомбинирована так, что соответствующие гексахорды вновь образуют последовательность двенадцати высот.

Можно легко видеть, что гексахорд 1 ряда P2 может быть соединен с гексахордом 1 ряда I7, а гексахорд 2 ряда P2 – с гексахордом 2 ряда I7. Возникает ассоциация форм ряда, и это можно считать одним из руководящих принципов в двенадцатитоновой музыке Шёнберга. По своему высотному содержанию второй гексахорд комплементарен первому, поэтому появляется возможность образования новых двенадцатитоновых последований, или агрегатов (aggregates). По аналогии с математическими множествами Бэббитт выделяет разную степень комбинаторности рядов. Если в перестановках могут участвовать толь-

[38] Как отмечает видный теоретик Дж. Ран, «основная идея комбинаторности состоит в укреплении единства музыкальной ткани (*Rahn J.* Basic Atonal Theory. N. Y. & London, 1980. P. 118).

ко две формы ряда, это называется «полукомбинаторностью». Если все четыре формы – это явление «всекомбинаторности». Именно таким свойством обладает ряд из Концерта соч. 24 Веберна:

Трактуя P0 как сумму гексахордов, мы легко придем к выводу о возможности его комбинаторности с I1, RI7 или R6. И всякий раз будет возникать последовательность двенадцати неповторяющихся звуков – агрегат (aggregate).

Комбинаторность может возникать на уровне разных групп звуков – гексахордов, трихордов, – но особенно распространена, по мнению Бэббитта, *гексахордовая комбинаторность*, в результате которой получается, что «любой из разъединенных (disjunct[39]) гексахордов, взятый в любой из 48 форм ряда, может быть ассоциирован с соответствующим гексахордом одной или более инверсий этой сет-формы, транспонированной на интервал или интервалы, определенные порядком высотных классов внутри гексахорда так, что каждая пара гексахордов содержит все двенадцать высотных классов»[40].

Исходные ряды (source-sets) и вторичные ряды (secondary sets)

Исследуя творчество Шёнберга, Бэббитт пришел к выводу, что имеются некоторые характерные закономерности, связанные с выбором и использованием двенадцатитоновых радов. Бэббитт указывает, что можно распознать *исходные ряды* (source-sets), служащие моделью для всех прочих. Их шесть, и они составляют основу большинства композиций Бэббитта[41]:

1) c cis d dis e f fis g gis a ais h
2) c d dis e f g fis gis a ais h cis
3) c d e f g a fis gis ais h cis dis
4) c cis d fis g gis dis e f a ais h
5) c cis e f gis a d dis fis g ais h

[39] Понятие «дизъюнкции» Бэббитт заимствует из теории множеств и математической логики. Оно означает «операцию математической логики, выражающуюся в соединении двух или более высказываний при помощи логического союза “или” в новое, сложное высказывание, суждение» (*Кондаков Н.* Логический словарь-справочник. М., 1975. С. 149–150). Дизъюнкция указывает на относительную самостоятельность частей ряда друг относительно друга. Для объединения частей ряда используется понятие «конъюнкции»: «конъюнкция – операция математической логики, соединяющая два или более высказывания при помощи союза, сходного с союзом “и”» (Там же. С. 264).

[40] *Babbitt M.* Set Structure as Compositional Determinant. P. 74–75.

[41] Эти исходные ряды совпадают с имеющимися в таблице тропов Хауэра, соответственно № 1, 17, 41, 8, 34, 44 по записи 1925 года. Свойства этих рядов – всекомбинаторность и симметрия.

6) c d e fis gis ais cis dis f g a h

Легко убедиться, что эти ряды имеют симметричное строение, во многом напоминая мессиановские «лады ограниченной транспозиции».

Из исходных рядов образуются вторичные ряды (secondary sets) – производные последовательно взятых сегментов данного двенадцатитонового ряда. Приведем пример основного вида и инверсии ряда:

P 10 6 11 8 7 9 3 1 2 5 0 4

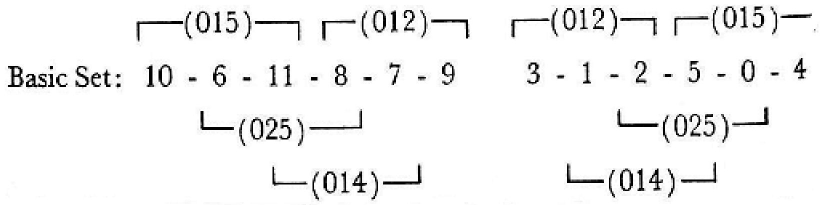
I 7 11 6 9 10 8 2 4 3 0 5 1

Из этого, по идее Бэббитта, можно создать четыре вторичных ряда: основной вид гексахорда 1 + инверсия гексахорда 2; инверсия гексахорда 1 + основной вид гексахорда 2; основной вид гексахорда 2 + инверсия гексахорда 1; инверсия гексахорда 2 + основной вид гексахорда 1. Собственно, то же самое можно было наблюдать на примере из Четвертого квартета Шёнберга.

Сочетание

В процессе получения причинно обусловленных новых рядов из исходных могут использоваться разные логические объединения элементов – например, разъединенные (disjunct) и объединенные (conjunct) трихорды.

Что под этим понимается? Если группы звуков разделить на симметричные сегменты, как это часто происходит у Веберна, то эти сегменты называются *разъединенными*. Между ними есть некая условно естественная граница, задаваемая делителем. Между тем возможно и другое. Если специально объединить звуки, расположенные в различных разъединенных трихордах:



то получатся *объединенные* трихорды – новый источник комбинаторных идей.

Выводимость

Свойство выводимости подразумевает возможность получать новые ряды из уже имеющихся. Например, ряд b-fis-h-as-g-a-es-des-d-f-c-e содержит в себе трихорды двух видов: 015 и 012. Выведенные ряды могут порождаться обоими этими трихордами; ряд может быть порожден одними только трихордами классов 015 или только 012. Ряд, состоящий из трихордов класса 015, будет выглядеть так: es-h-e-des-ges-d-as-c-g-b-f-a.

Такого рода ряды порождаются в результате применения к трихорду обычных серийных преобразований (инверсия, ракоход, ракоход инверсии). Моделью служит все тот же ряд из Концерта соч. 24 Веберна.

Ассоциативная гармония

Значимость всекомбинаторных рядов, по мнению Бэббитта, состоит в том, что с их помощью достигается гораздо более тесная взаимосвязь элементов ряда, истинное взаимопроникновение горизонтали и вертикали. Ассоциации звуков (то есть их соединение в какой-то из видов общности) достигается несколькими путями: традиционным слиянием в одновременности (гармония), через выделение с помощью одних и тех же средств артикуляции или динамики (например, staccato или piano) или в непосредственном последовании друг за другом.

Как воспринимается такого рода музыка?

Бэббитт любит говорить, что звучание его музыки – это воспоминания о том, что было, и предчувствия того, что будет. Следовать за мыслью Бэббитта сложно; каждое «событие» в такте несет информацию. И эта информация чрезвычайно плотна, а стало быть производит впечатление непредсказуемой и потому случайной. Вихри звуков, перепрыгивания из одного регистра в другой, смена темпа каждые несколько секунд. Но эта иррегулярность служит устройству того странного микромира, который называется «музыка Бэббитта». Дирижер Михаэль Гилен сравнил дух его музыки с поэмой Уистена Одена «Век тревог» (“Age of Anxiety”).

Итак, Бэббитт и Форт создали базисные понятия сет-теории. По их пути пошли и другие исследователи; в частности, Дэвид Левин разработал так называемую «трансформационную теорию»[42], которую можно применять как к атональной, так и к тональной музыке. Среди продолжателей идей Бэббитта и Форта – и другие американские теоретики; не вполне потерян к ней интерес и сегодня[43].

Как же можно оценить сет-теорию? Является ли она лишь странной попыткой «впихнуть» атональную и додекафонную музыку в рамки аналитических процедур? Или ее задача – только лишь продемонстрировать возможность интерпретации музыки как «множества»? Нам представляется, что наиболее объективная характеристика дана Ю. Н. Холоповым: «Предложенный <…> алгоритм аналитических процедур сравним с общим методом функционального анализа звуковысотной структуры, включающим в себя 4 главных этапа: установление подлежащих анализу звуковых групп, исследование их свойств, сравнение друг с другом, целостная организация элементов»[44]. Холопов метафорически назвал таблицу Форта «периодической системой атональных элементов»[45].

Чтобы оценить возможности метода, сопоставим два текста: фрагмент монографии В. П. Бобровского «Функциональные основы музыкальной формы» (М., 1978) и статью А. Форта «Теория сет-комплексов» (*Forte A.* A Theory of Set-Complexes // Journal of Music Theory 1964. Vol. 8, No. 2). Предмет анализа в обеих работах – пьеса Веберна соч. 5 № 4 (из «Пяти частей для струнного квартета» в переложении для струнного оркестра).

Бобровский начинает свой анализ с применения «готового» знания ко всему циклу: он уподобляет его «сжатому сонатному циклу» (с. 296), где вторая и четвертая пьесы – два «лирических центра» (там же). Драматургию цикла характеризуют, по его наблюдениям, «две интонационные сферы»; для указанных пьес характерна вторая, связанная с преобладанием более узких интервалов. В четвертой пьесе общий эмоциональный тонус определяет ремарка “so zart als moglich”. Коснувшись всех этих общих и a priori явленных вещей, Бобровский формулирует цель анализа: «Анализ такой музыки требует предварительного ее описания, которое, будучи снабжено теоретическими комментариями, послужит материалом для последующего исследования внутреннего смысла этой короткой пьесы, обнаружения заключенного в ней художественного открытия» (с. 297). Первой описывается ладогармоническая природа пьесы, которую исследователь видит в центральном элементе системы (по Холопову) – аккорде второго такта, представляющем собой «объединение тонических квинт двух тональностей, находящихся в тритоновом отношении, H и F (далее скрыто управляющих всем гармоническим развитием)» (с. 298). Бобровский усматривает в этом созвучии и другое: оно «сводит в вертикаль типичную для Веберна четырехзвучную хроматическую группу». Первые два такта трактованы как вступле-

[42] *Lewin D.* Generalized Musical Intervals and Transformations. N. Y., 1987.

[43] Так, в последнем (на момент написания этой статьи) выпуске журнала In Theory Only (Vol. 16, No. 1, February 2010) опубликована статья: *Tymoczko D.* Geometrical Methods in Recent Music Theory.

[44] *Холопов Ю.* и др. Музыкально-теоретические системы. С. 542.

[45] Там же. С. 543.

ние, установление гармонической основы, тема же начинает звучать с третьего такта, и «разложенный в горизонталь вертикальный комплекс» (там же) при повторении образует «подобие экспозиции фуги». В результате, по мнению аналитика, такты 3–5 реализуют функциональное подобие периода: первая часть формы образует экспозицию фуги с завершением и дополнением, все гармонические ходы руководствуются противоречивым одновременным действием тритонового тонального соотношения. Такты 7–10 – «контрастирующая третья четверть формы» (с. 298), в которой Бобровский усматривает «новый гармонический комплекс», «тему середины». Гармония звучностей воспринимается исследователем по соотношению с аккордами классико-романтической гармонии: он выделяет гармонию малого мажорного секундаккорда с повышенной квинтой, а также фонизм увеличенного трезвучия. Драматургическая кульминация связана с концентрацией отдельных интонационных моментов предыдущих пьес (две сцепленные малые терции h–d и c–es). Вывод, касающийся гармонического развития пьесы, таков: «гармоническое развитие пьесы стилистически двупланово – от классической системы остаются элементы в «снятом виде» (опоры тональностей H и F, режиссирующие движение новых функций, новых «действующих лиц» – хроматических групп, по теории В. Холоповой)» (с. 301). Их смены, как указывает Бобровский, можно уподобить сменам классических функций: «однако последования групп происходят без той направленности, которая вызывается тяготением, различием устойчивости и неустойчивости». И далее: «В этих условиях особую роль играет тип интервальных соотношений – квартовая основа первой темы и секундотерцовая второй (о значении этого будет сказано далее). Увеличенное трезвучие, столь ясно выступающее в середине, создает подобие особого рода модуляции – возникает ярко контрастное гармоническое образование, совмещенное с продолжающимся действием новой хроматической группы» (с. 301). Далее «тема середины» трактуется как кульминация лирической линии всего цикла, а трактовка ее жанрового истока восходит к «прелюду-ноктюрну». В целом же «отсутствие тонально-гармонических тяготений, звуковысотной централизации образуют атмосферу ладовой «невесомости», при которой возможны мгновенные переключения гармонических средств, составляющих основу темо- и формообразования, а также столь краткие мотивы, выполняющие функцию темы» (с. 305). Все последующие изложение связано у Бобровского с трактовкой художественной идеи автора, его музыкального мира, содержащего исключительную интенсивность переживания отдельного звука; он также вводит аналогию между Веберном и Скрябиным (отмечая близость тем середины ор. 5 № 4 и второй темы вступления из 5-й сонаты). Заканчивая анализ, Бобровский пишет: «Будучи изъята из цикла, она (4-я пьеса – *Т. Ц.*) предстает перед нами как прекрасный, замкнутый в себе мир той красоты, которая живет в природе, в искусстве, в философии. Духовный строй этой музыки и нов, и не нов. Можно говорить о функционально-драматургическом подобии искусству лаконичного и афористического самовыражения прошлого – например, теме фуги cis-moll Баха из первого тома “Хорошо темперированного клавира”, прелюдиям Шопена № 2, 4 и 20, «Листку из альбома» Шумана ор. 99 № 4» (с. 307). Так аналитическое движение отталкивается от исходных классико-романтических предпосылок с тем, чтобы спуститься на самые нижние этажи музыкальной конструкции, детально их разобрать на уровне интервалов и ассоциативных связей с классико-романтической гармонией, а потом, будучи насыщенным конкретикой, снова воспарить на уровни ассоциативных стилевых сопоставлений и, далее, на вершины эстетико-философских обобщений.

Что представляет собой анализ этой же пьесы у Форта?

Ранняя теоретическая статья Форта (1964) обозначает начало его пути к монументальному труду «Структура атональной музыки» (1973) и обнаруживает еще «свежее» знакомство с идеями Бэббитта: напомним, что последний написал свою программную статью «Сет-структура как детерминант композиции» в 1961 году. Поэтому текст Форта обладает весьма высокой степенью формализованности, некими «родовыми пятнами» исходного бэббитовского мышления. Первая часть статьи представляет собой процесс тщательно мотивированной сегментации и выделение основных рядов, коих оказывается 13. Форт подразделяет их на три категории соответственно их интервальному содержанию, связанному с интервальными классами (IC). Наиболее значимыми для аналитика являются категория IC6 (большая терция) и категория IC4 (тритон). Форт особо обращает внимание на ряды с участием тритона: «Ряды с максимальным IC6: 3-5 (100011) т. 3, высотные классы 5 6 11; 4-9 (200022) т. 2, высотные классы 0 5 6 11; 5-7 (310132) т. 4, высотные классы 0 1 6 7 11; ряд 7-19 (434343), т. 6, высотные классы 0 1 4 6 7 10 11» (p. 174). Далее автор переходит к описанию рядов с IC4. Особое внимание к этим рядам связано с тем, что автор видит гармонико-полифоническую структуру этой пьесы как «весьма стабильную», в качестве основной особенности гармонии он выделяет «колебание между IC4 и IC6». Разбираемые отношения между рядами дают несколько графических схем; приведем одну из них, представляющую начальные такты веберновской пьесы (напомним, что в английской системе обозначений, которой пользуется Форт, B соответствует ноте «си», то есть H согласно более привычной для нас немецкой системе):

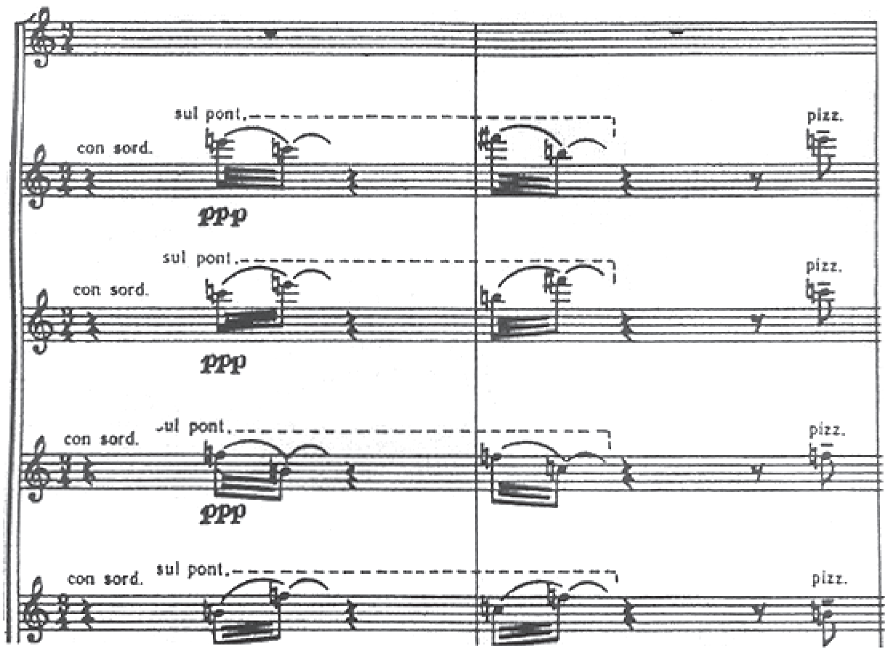
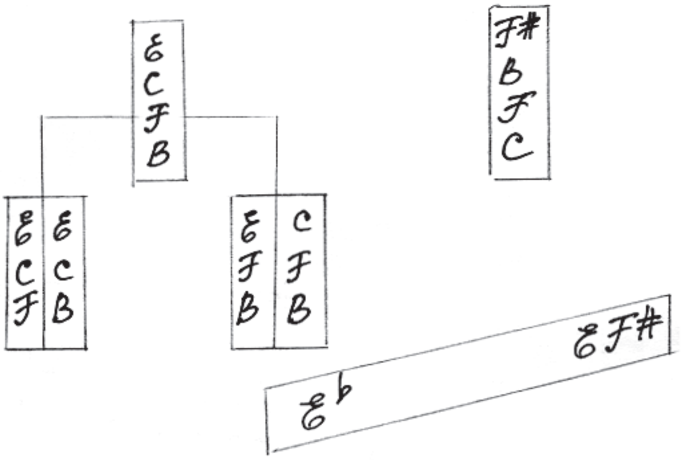


Схема:



На схеме очевидны «проявленные» отношения включения между четырехзвучным рядом ECFB и трехзвучными рядами ECF, ECB, EFB, CFB, которые обладают отношением включения. Трехзвучные ряды важны потому, что они далее сопоставляются с трехзвучными рядами середины, обнаруживающими минимальное подобие начальному.

Форт считает существенным вывод о том, что «благодаря анализу сет-комплексов в этой миниатюре выявляется структурная дизъюнкция, которая происходит вследствие несовместимости отношений между рядами как на малом временном участке, так и на большом, то есть в среднем разделе (такты 4–9), имеющем собственный сет-комплекс, связанный отношением включения, но несовместимый с четырехзвучными рядами за пределами раздела» (с. 176).

Таким образом, несмотря на совершенно разные аналитические стратегии и задачи анализа, исследователи, в сущности, приходят к одним и тем же выводам – о различии (можно сказать, контрасте) звуковысотного содержания в начальном и срединном построении пьесы. Но если Бобровский действует исключительно на основании сравнения с традиционными функциональными тональными представлениями, то Форт пользуется формализованной теорией, изначально приспособленной для анализа именно атональных построений. Конечно, аналитический очерк Бобровского насыщен огромным количеством информации: аналитик выстраивает перед нами перспективу и ретроспективу развития формообразования у раннего Веберна, оперирует большим количеством жанровых сопоставлений и привлекает весь контекст классического западного музыкального искусства. Всего этого у Форта нет. Но и быть не может: в рамках его анализа (этот тип аналитических процедур в словаре Гроува 1980 года назван «дистрибутивным») нет места тому, что он сам называл «предрассудками анализа», то есть таким понятиям, которые заранее несут в себе определенные концептуальные идеи, не позволяя начать аналитическую деятельность «с чистого листа», не накладывая старых шаблонов на новую музыку.

Сравнивая возможности сет-анализа с другими аналитическими инструментами, мы можем констатировать, что сет-анализ дает относительно объективную возможность трактовать свободно-атональную музыкальную ткань как логически связное целое, состоящее из аналитически вычленных элементов (рядов).

Следовательно, перед нами не всемогущий, но достаточно удобный метод анализа атональной музыки, позволяющий обнаруживать структурные константы ее звуковысотного устройства. Теория рядов имеет свою зону применения, и сегодня вряд ли можно согласиться с теми эйфорическими заявлениями, которые высказывались на заре ее рождения. Все методы, родившиеся в русле «искусствометрии», – и теория рядов в этом смысле не исключение, – слабо связаны с представлениями о стиле и о формообразовании. Теория не имеет аналогов, поскольку представляет собой достаточно органичную проекцию математических методов на музыкальную материю; это составляет, с одной стороны, ее уязвимое место, лишая музыкальный анализ контекстных связей, а с другой – наоборот, позволяет представить себе некий «нулевой» уровень рассуждений, возможность показать самую обнаженную структурность музыки. И можно согласиться с утверждением Е. Изотовой: «Теория рядов, созданная Милтоном Бэббитом и развитая его учеником Алленом Фортом, является уникальным соединением математической науки, аналитической философии, “алгебраической” линии структурализма и музыкального искусства. Проецируя математическую теорию рядов на 12-тоновую звуковысотную систему, новая концепция объясняет закономерности организации музыкальной ткани на основе серийных и несерийных рядов»[46].

[46] *Изотова Е.* Теория рядов в свете американской музыкальной науки 60–80-х гг. XX века. Автореф. на соиск. уч. ст. канд. иск. М., 2008. С. 7.

Приложение

Таблица

Ряды А. Форта

Name	Pcs	Vector	Name	Pcs	Vector
3-1(12)	0,1,2	210000	9-1	0,1,2,3,4,5,6,7,8	876663
3-2	0,1,3	111000	9-2	0,1,2,3,4,5,6,7,9	777663
3-3	0,1,4	101100	9-3	0,1,2,3,4,5,6,8,9	767763
3-4	0,1,5	100110	9-4	0,1,2,3,4,5,7,8,9	766773
3-5	0,1,6	100011	9-5	0,1,2,3,4,6,7,8,9	766674
3-6(12)	0,2,4	020100	9-6	0,1,2,3,4,5,6,8,10	686763
3-7	0,2,5	011010	9-7	0,1,2,3,4,5,7,8,10	677673
3-8	0,2,6	010101	9-8	0,1,2,3,4,6,7,8,10	676764
3-9(12)	0,2,7	010020	9-9	0,1,2,3,5,6,7,8,10	676683
3-10(12)	0,3,6	002001	9-10	0,1,2,3,4,6,7,9,10	668664
3-11	0,3,7	001110	9-11	0,1,2,3,5,6,7,9,10	667773
3-12(4)	0,4,8	000300	9-12	0,1,2,4,5,6,8,9,10	666963
4-1(12)	0,1,2,3	321000	8-1	0,1,2,3,4,5,6,7	765442
4-2	0,1,2,4	221100	8-2	0,1,2,3,4,5,6,8	665542
4-3	0,1,3,4	212100	8-3	0,1,2,3,4,5,6,9	656642
4-4	0,1,2,5	211110	8-4	0,1,2,3,4,5,7,8	655552
4-5	0,1,2,6	210111	8-5	0,1,2,3,4,6,7,8	654553
4-6(12)	0,1,2,7	210021	8-6	0,1,2,3,5,6,7,8	654463
4-7(12)	0,1,4,5	201210	8-7	0,1,2,3,4,5,8,9	645652
4-8(12)	0,1,5,6	200121	8-8	0,1,2,3,4,7,8,9	644563
4-9(6)	0,1,6,7	200022	8-9	0,1,2,3,6,7,8,9	644464
4-10(12)	0,2,3,5	122010	8-10	0,2,3,4,5,6,7,9	566452
4-11	0,1,3,5	121110	8-11	0,1,2,3,4,5,7,9	565552
4-12	0,2,3,6	112101	8-12	0,1,3,4,5,6,7,9	556543
4-13	0,1,3,6	112011	8-13	0,1,2,3,4,6,7,9	556453
4-14	0,2,3,7	111120	8-14	0,1,2,4,5,6,7,9	555562
4-Z15	0,1,4,6	111111	8-Z15	0,1,2,3,4,6,8,9	555553
4-16	0,1,5,7	110121	8-16	0,1,2,3,5,7,8,9	554563
4-17(12)	0,3,4,7	102210	8-17	0,1,3,4,5,6,8,9	546652
4-18	0,1,4,7	102111	8-18	0,1,2,3,5,6,8,9	546553
4-19	0,1,4,8	101310	8-19	0,1,2,4,5,6,8,9	545752
4-20(12)	0,1,5,8	101220	8-20	0,1,2,4,5,7,8,9	545662
4-21(12)	0,2,4,6	030201	8-21	0,1,2,3,4,6,8,10	474643
4-22	0,2,4,7	021120	8-22	0,1,2,3,5,6,8,10	465562
4-23(12)	0,2,5,7	021030	8-23	0,1,2,3,5,7,8,10	465472
4-24(12)	0,2,4,8	020301	8-24	0,1,2,4,5,6,8,10	464743
4-25(6)	0,2,6,8	020202	8-25	0,1,2,4,6,7,8,10	464644
4-26(12)	0,3,5,8	012120	8-26	0,1,2,4,5,7,9,10	456562
4-27	0,2,5,8	012111	8-27	0,1,2,4,5,7,8,10	456553
4-28(3)	0,3,6,9	004002	8-28	0,1,3,4,6,7,9,10	448444
4-Z29	0,1,3,7	111111	8-Z29	0,1,2,3,5,6,7,9	555553
5-1(12)	0,1,2,3,4	432100	7-1	0,1,2,3,4,5,6	654321
5-2	0,1,2,3,5	332110	7-2	0,1,2,3,4,5,7	554331
5-3	0,1,2,4,5	322210	7-3	0,1,2,3,4,5,8	544431
5-4	0,1,2,3,6	322111	7-4	0,1,2,3,4,6,7	544332
5-5	0,1,2,3,7	321121	7-5	0,1,2,3,5,6,7	543342
5-6	0,1,2,5,6	311221	7-6	0,1,2,3,4,7,8	533442
5-7	0,1,2,6,7	310132	7-7	0,1,2,3,6,7,8	532353
5-8(12)	0,2,3,4,6	232201	7-8	0,2,3,4,5,6,8	454422
5-9	0,1,2,4,6	231211	7-9	0,1,2,3,4,6,8	453432
5-10	0,1,3,4,6	223111	7-10	0,1,2,3,4,6,9	445332
5-11	0,2,3,4,7	222220	7-11	0,1,3,4,5,6,8	444441
5-Z12(12)	0,1,3,5,6	222121	7-Z12	0,1,2,3,4,7,9	444342

Таблица (окончание)

Name	Pcs	Vector	Name	Pcs	Vector
5-13	0,1,2,4,8	221311	7-13	0,1,2,4,5,6,8	443532
5-14	0,1,2,5,7	221131	7-14	0,1,2,3,5,7,8	443352
5-15(12)	0,1,2,6,8	220222	7-15	0,1,2,4,6,7,8	442443
5-16	0,1,3,4,7	213211	7-16	0,1,2,3,5,6,9	435432
5-Z17(12)	0,1,3,4,8	212320	7-Z17	0,1,2,4,5,6,9	434541
5-Z18	0,1,4,5,7	212221	7-Z18	0,1,2,3,5,8,9	434442
5-19	0,1,3,6,7	212122	7-19	0,1,2,3,6,7,9	434343
5-20	0,1,3,7,8	211231	7-20	0,1,2,4,7,8,9	433452
5-21	0,1,4,5,8	202420	7-21	0,1,2,4,5,8,9	424641
5-22(12)	0,1,4,7,8	202321	7-22	0,1,2,5,6,8,9	424542
5-23	0,2,3,5,7	132130	7-23	0,2,3,4,5,7,9	354351
5-24	0,1,3,5,7	131221	7-24	0,1,2,3,5,7,9	353442
5-25	0,2,3,5,8	123121	7-25	0,2,3,4,6,7,9	345342
5-26	0,2,4,5,8	122311	7-26	0,1,3,4,5,7,9	344532
5-27	0,1,3,5,8	122230	7-27	0,1,2,4,5,7,9	344451
5-28	0,2,3,6,8	122212	7-28	0,1,3,5,6,7,9	344433
5-29	0,1,3,6,8	122131	7-29	0,1,2,4,6,7,9	344352
5-30	0,1,4,6,8	121321	7-30	0,1,2,4,6,8,9	343542
5-31	0,1,3,6,9	114112	7-31	0,1,3,4,6,7,9	336333
5-32	0,1,4,6,9	113221	7-32	0,1,3,4,6,8,9	335442
5-33(12)	0,2,4,6,8	040402	7-33	0,1,2,4,6,8,10	262623
5-34(12)	0,2,4,6,9	032221	7-34	0,1,3,4,6,8,10	254442
5-35(12)	0,2,4,7,9	032140	7-35	0,1,3,5,6,8,10	254361
5-Z36	0,1,2,4,7	222121	7-Z36	0,1,2,3,5,6,8	444342
5-Z37(12)	0,3,4,5,8	212320	7-Z37	0,1,3,4,5,7,8	434541
5-Z38	0,1,2,5,8	212221	7-Z38	0,1,2,4,5,7,8	434442
6-1(12)	0,1,2,3,4,5	543210			
6-2	0,1,2,3,4,6	443211			
6-Z3	0,1,2,3,5,6	433221	6-Z36	0,1,2,3,4,7	
6-Z4(12)	0,1,2,4,5,6	432321	6-Z37(12)	0,1,2,3,4,8	
6-5	0,1,2,3,6,7	422232			
6-Z6(12)	0,1,2,5,6,7	421242	6-Z38(12)	0,1,2,3,7,8	
6-7(6)	0,1,2,6,7,8	420243			
6-8(12)	0,2,3,4,5,7	343230			
6-9	0,1,2,3,5,7	342231			
6-Z10	0,1,3,4,5,7	333321	6-Z39	0,2,3,4,5,8	
6-Z11	0,1,2,4,5,7	333231	6-Z40	0,1,2,3,5,8	
6-Z12	0,1,2,4,6,7	332232	6-Z41	0,1,2,3,6,8	
6-Z13(12)	0,1,3,4,6,7	324222	6-Z42(12)	0,1,2,3,6,9	
6-14	0,1,3,4,5,8	323430			
6-15	0,1,2,4,5,8	323421			
6-16	0,1,4,5,6,8	322431			
6-Z17	0,1,2,4,7,8	322332	6-Z43	0,1,2,5,6,8	
6-18	0,1,2,5,7,8	322242			
6-Z19	0,1,3,4,7,8	313431	6-Z44	0,1,2,5,6,9	
6-20(4)	0,1,4,5,8,9	303630			
6-21	0,2,3,4,6,8	242412			
6-22	0,1,2,4,6,8	241422			
6-Z23(12)	0,2,3,5,6,8	234222	6-Z45(12)	0,2,3,4,6,9	
6-Z24	0,1,3,4,6,8	233331	6-Z46	0,1,2,4,6,9	
6-Z25	0,1,3,5,6,8	233241	6-Z47	0,1,2,4,7,9	
6-Z26(12)	0,1,3,5,7,8	232341	6-Z48(12)	0,1,2,5,7,9	
6-27	0,1,3,4,6,9	225222			
6-Z28(12)	0,1,3,5,6,9	224322	6-Z49(12)	0,1,3,4,7,9	
6-Z29(12)	0,1,3,6,8,9	224232	6-Z50(12)	0,1,4,6,7,9	
6-30(12)	0,1,3,6,7,9	224223			
6-31	0,1,3,5,8,9	223431			
6-32(12)	0,2,4,5,7,9	143250			
6-33	0,2,3,5,7,9	143241			
6-34	0,1,3,5,7,9	142422			
6-35(2)	0,2,4,6,8,10	060603			

Prime Forms and Vectors of Pitch-Class Sets

Name	Pcs	Vector	Name	Pcs	Vector
6-Z28(12)	0,1,3,5,6,9	224322	6-Z49(12)	0,1,3,4,7,9	
6-Z29(12)	0,1,3,6,8,9	224232	6-Z50(12)	0,1,4,6,7,9	
6-30(12)	0,1,3,6,7,9	224223			
6-31	0,1,3,5,8,9	223431			
6-32(12)	0,2,4,5,7,9	143250			
6-33	0,2,3,5,7,9	143241			
6-34	0,1,3,5,7,9	142422			
6-35(2)	0,2,4,6,8,10	060603			

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Американская теория рядов // *Холопов Ю., Кириллина Л., Кюрегян Т., Лыжов Г., Поспелова Р., Ценова В.* Музыкально-теоретические системы. М., 2006.

Гуляницкая Н. Гармония и методы рационализации в музыке 50-х годов. М., 1982.

Изотова Е. Теория рядов в свете американской музыкальной науки 60–80-х гг. XX века. Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. наук. М., 2008.

Кантор Г. К обоснованию учения о трансфинитных множествах // Труды по теории множеств. М., 1985.

Когоутек Ц. Техника композиции в музыке XX века. М., 1976.

Кондаков Н. Логический словарь-справочник. М., 1975.

Babbitt M. Twelve-tone Invariants as Compositional Determinants // Musical Quarterly 46 (1960), 2.

Duckworth W. Talking music: conversations with John Cage, Philip Glass, Laurie Anderson and five generations of American experimental composers. N. Y., 1995.

Forte A. The Structure of Atonal Music. New Haven, 1973.

Forte A. The Harmonic Organization of *The Rite of Spring*. New Haven and London, 1978.

Lewin D. Generalized Musical Intervals and Transformations. N. Y., 1987.

Perle J. Serial Composition and Atonality. Berkeley, 1977.

Peyser J. Boulez. London, 1978.

Rahn J. Basic Atonal Theory. N. Y. & London, 1980.

Tymoczko D. Geometrical Methods in Recent Music Theory // In Theory Only (Vol. 16, No. 1, February 2010).

Van den Toorn P.C. Octatonic Pitch Structure in Stravinsky // Confronting Stravinsky. San Diego, 1982.