

Андрей ВОЛКОНСКИЙ



ОСНОВЫ
ТЕМПЕРАЦИИ



Андрей ВОЛКОНСКИЙ

ОСНОВЫ ТЕМПЕРАЦИИ (1996)

Посвящаю всем настройщикам мира

Москва * 1998
"КОМПОЗИТОР"

В послевоенные годы появился усиленный интерес к так называемой старинной музыке. Возрождение аутентичных инструментов привело также к возрождению забытых старинных систем темперации.

Данная работа, разумеется, основывается на источниках, тем не менее в первую очередь я опирался на мою многолетнюю практику. Почти все описанные системы темперации я лично испробовал. Поэтому знаю, о чем пишу.

Особенную благодарность выражаю Ирине Микаэлян, без которой эта работа не приняла бы удобочитаемый вид.

В $\frac{4905000000-003}{082(02)-98}$ Без объявл.

ISBN 5-85285-184-1 © Издательское объединение "Композитор", 1998 г.

1. Вступление

1.1. Интервал считается чистым, когда он не производит биений. Такого рода интервалы мы находим либо в натуральной гамме, либо в обертоновой шкале.

Темперированный интервал — интервал, имеющий отклонение либо в сторону увеличения, либо в сторону уменьшения по сравнению с чистым. Темперированный интервал производит биения. Чем больше отклонение, тем скорость биений увеличивается.

Интервалы следует рассматривать не только в их одновременном звучании, но также в их последовательности, поскольку интервал есть частица некоего звукоряда.

Источник основных как европейских, так и не европейских звукорядов — спираль Пифагора, состоящая из цепочки чистых квинт, уходящих в бесконечность.

При оценке различных европейских звукорядов, появившихся в разные эпохи, а также возникающих из них интервалов следует всегда помнить о взаимоотношении между спиралью Пифагора и натуральной гаммой.

Для количественного измерения какого-либо интервала я пользуюсь наиболее распространенным ныне делением октавы на центы. Одна октава = 1200 ц. В приложении читатель найдет наиболее полную таблицу возможных в пределах октавы интервалов, исходящих из системы Пифагора и натуральной гаммы, с обозначением их стоимости в центах.

1.2. Для понимания нижеследующего напомним некоторые технические термины.

Если строить чистые квинты от ноты до, то мы доберемся до си-диеза, который окажется выше ноты до. Разница между ними есть пифагорейская комма (ПК ≈ 24 ц.).

Если строить чистые квинты от ноты до и остановиться на ноте ми, то мы обнаружим, что терция до-ми сильно увеличена. Это так называемая пифагорейская терция. Разница между этой терцией

(408 ц.) и чистой (386 ц.) — синтоническая комма (СК ≈ 22 ц.).

Если построить 3 чистые терции вверх от ноты до, то мы также получаем си-диез, который на этот раз окажется намного ниже ноты до. Разница между ними — энгармоническая комма (41 ц.), почти в два раза превышающая СК.

Разница между ПК и СК есть схизма (2ц.). Несмотря на свою малую величину, этот интервал при некотором опыте прослушивается. Схизма возникает при введении чистой терции в любую систему, имеющую чистые квинты, вне зависимости от их количества. Схизматическая квинта дает примерно одно биение в секунду в середине клавиатуры и эквивалентна нашей современной темперированной квинте, что лишь случайное совпадение.

2. Средние века

2.1. В течение всех средних веков вплоть до второй половины XV в. господствовала нетемперированная система, основанная на пифагорейской диатонической гамме и вполне соответствующая модальному мышлению того времени (т.е. церковные лады).

Наиболее полное описание этой системы мы находим у Арно (Arnaut di Zwolle, 1450). Этот автор довел систему до логического завершения, выйдя из диатонической сферы и охватив всю хроматическую гамму.

Система состоит из 11 чистых квинт и одной "плохой" (уменьшенной на 1 ПК). В результате мы получаем 8 слишком широких пифагорейских терций (увеличенных на 1 СК) и 4 хороших, почти чистых¹. Этим

¹ В старину лишь абсолютно чистый интервал считался совершенным консонансом. Всякое отклонение было недопустимо. Тем не менее, когда научились темперировать, обнаружилось, что существует некая зона, не столь отдаленная от чистого интервала,

объясняется, почему терция считалась несовершенным консонансом. Плохую квинту Арно ставит на H-Fis, обосновывая это тем, что в тоне H никакого лада не построить из-за присутствия тритона. Тем не менее, известны случаи, когда плохая квинта переключивалась на черные клавиши.

Интересен мелодический анализ этой системы. Хроматическая гамма неровная. Мы находим два типа полутонов: малый (лимма), на E-F и H-C — этот интервал уже нашего полутона (90ц.) — и большой (аптома), например, на G-Gis (несколько шире нашего полутона). Собственно говоря, все зависит от того, как настроить: G-Gis — аптома, но G-As — лимма. Таким же образом мы можем различать большой тон (например, G-A) и малый (например, E-Ges).

Эти различия между интервалами будут впоследствии иметь большое значение при построении всевозможных гамм.

Когда интервал производит для слуха приятное биение, что способствовало тембровой окраске данного интервала. Такой интервал считался "хорошим" (в немецких трактатах делается различие между терминами "rein" (чистый) и "gut" (хороший). Существует порог, за пределами которого интервал теряет свое лицо и начинает неприятно биться. Такой интервал считался скверным и даже отвратительным. Современный человек не делает различия между As-Es и Gis-Es, поскольку при равномерной темперации эти интервалы звучат одинаково. Тем не менее, интервал Gis-Es в природе существует и звучит он так весьма мерзко.

2.2. В связи с развитием полифонии терция постепенно теряет свой прежний статус и начинает рассматриваться как полноправный консонанс.

В произведениях а capella певцы давно уже инстинктивно стали петь хорошие терции, будучи убежденными, что они при этом придерживаются пифагорейской системы.

Ко второй половине XV в. относятся произведения немецкого органиста Конрада Пауманна, где уже имеются ходы в параллельных терциях.

В заключительных кадансах других авторов вместо прежнего окончания на пустой квинте или октаве появляются мажорные трезвучия.

Основной проблемой становится, как совместить хорошую терцию с квинтой. Отсюда и возникла идея темперации.

В 1482 г. Рамис (Ramis de Pareja) построил монохорд с целью получить чистые терции в ходовых тонах В, F, C и G, оставаясь при этом верным пифагорейской логике. Плата оказалась дорогой — отвратительная квинта G—D (680ц.) и схизматическая на Cis—Gis. Перестановка отвратительной квинты на черные клавиши дела не меняла, т.к. хорошие терции

тогда перемещались, куда не надо. Это был явный тупик.

Потребовался почти век, чтобы Эрланген (Erlangen) догадался распределить недостаток этой квинты на G—D и D—A, темперировав их на 1/2 ПК.

3. XVI век

3.1. XVI век характерен своими бурными поисками всевозможных звукорядов.

Это поиски шли в трех разных направлениях:

1) Мезотоническая система, в которой привилегия принадлежит терциям в ущерб квинтам, а также варианты, исходящие из этой системы;

2) Попытки создания закрытых циркулирующих систем, позволяющих играть в далеких тонах;

3) Так называемая "истинная интонация", отцом которой является Царлино (Zarlino) с его натуральной гаммой. Впоследствии опыты Вичентино (Vicentino) привели к делению октавы на число большее, чем 12, что вызвало к жизни учение о микроинтервалах.

3.2. *Мезотоническая система* (англ. meantone, нем. Mitteltöning)

Эта система была впервые описана Пьетро Ароном (Pietro Aaron, *Toscanella in musica*, 1523), хотя она, очевидно, уже существовала со второй половины XV в.

В каком-то смысле она является полной противоположностью системы Арно. Цель — получение наибольшего количества чистых терций. Для того, чтобы этого достигнуть, следует темперировать 11 квинт на $1/4$ СК: 12-я попадает на $Gis-Es$ (по сути уменьшенная секста) и звучит отвратительно. Эта квинта по традиции получила название "волк".

Результат — 8 чистых терций и 4 отвратительных (по сути уменьшенные кварты) $H-Es$, $Fis-B$, $Cis-F$ и $Gis-C$.

Мезотоническая квинта ($-1/4$ СК) для нашего уха непривычна. Однако в сочетании с чистой терцией звучит вполне благозвучно. Объясняется это тем, что при одновременном звучании с терцией квинта начинает биться в два раза медленнее.

Настройка этой системы относительно проста. Чистая терция $C-E$ делится на 4 квинты, темперированных на $1/4$ СК. Остальные находим по

аналогии. Мезотоническую квинту определяют не по биению (сосчитать невозможно), а по характерной окраске, к которой ухо быстро привыкает. По ходу настраиваются остальные чистые терции либо вверх, либо вниз, в зависимости от того, хотим ли мы получить диез или бемоль.

Мелодический анализ дает следующее: при ходе С—D—E нота D оказывается на одинаковом расстоянии как от С, так и от E, что и дало повод назвать эту систему "мезотонической", т.е. со средним тоном². Кроме того, мы обнаруживаем два больших тона — Cis—Es и Gis—B. Что же касается полутонов, то их имеется два типа: 7 по 17 ц. и 5 по 75 ц. Все это придает необыкновенную интонационную выразительность.

Эта система получила чрезвычайное распространение в разных вариантах по всей Европе в течение нескольких веков. Дом Бедос (Dom Bedos, L'art du facteur d'orgues) в конце XVIII века продолжал ратовать за эту систему, считая ее наилучшей. На всемирной выставке в Англии (1851 г. *sic!*) были представлены органы, настроенные в смягченной мезотонической системе ("волк" распределялся на 3 квинты).

² В музыке Ближнего Востока тоже встречается "средний тон", однако делится пополам не б.терция, а малая (*sic!*). Так же делится квинта — появляется "нейтральная терция".

Почти весь клавирный репертуар XVI—XVII вв. безусловно выигрывает от этой системы. Токкаты Меруло, Габриели, Фрескобальди, Росси звучат ярче. Следует также отметить специфику французской клавирной музыки. Композиторы старались больше использовать чистые терции, поскольку они хорошо звучат.

Преимущество этой системы состоит в том, что мы имеем настоящие диезы и бемоли (хотя бы частично).

Ближние тональности звучат превосходно, зато дальние невозможны. Пределы возможных тональностей — от B-dur до A-dur. Следовательно, мы имеем дело с открытой, не циркулирующей системой.

Фольяно (Fogliano, ? — 1539) пытался создать компромисс с пифагорейской системой, оставляя некоторое число чистых квинт, но при этом число чистых терций сокращается до шести, "волк" увеличивается.

3.3. Настройка органа, с одной стороны, и таких инструментов, как клавесин или клавикорд, с другой, не может быть однозначной.

Орган, чьей основной задачей было поддерживать пение прихожан, настраивался постоянно. Делал это органиальный мастер, автор данного органа. Исходил он из частотных характеристик каждой, отдельно взятой трубы. Гармонизация труб между собой требовала особого подхода при настройке. Всякое изменение могло нарушить природу инструмента. Это особенно касается таких регистров, как микстуры, которые могли быть более или менее кричащими в зависимости от настройки. Для настройки мастера пользовались монохордом.

С клавесином или клавикордом дело обстоит проще. Благодаря слабому натяжению струн эти инструменты легко настраиваются и перестраиваются, что позволяет экспериментировать. Этим же объясняется обилие различных систем, появившихся впоследствии. Следует отметить, что в те времена не существовала профессия настройщика (они появились лишь в XIX в. в связи с распространением фортепиано). Каждый музыкант сам настраивал свой инструмент, руководствуясь своим вкусом.

3.4.1. Проблема "волка". Варианты мезотонической системы

В 1484 г. мастер Доменико ди Лоренцо создал новый орган в церкви св. Мартина в городе Лукка. Две черных клавиши разделены пополам, что дает, соответственно, $Gis-As$ и $Dis-Es$. Октава, таким образом, делится на 14. Это было наиболее простое решение, правда, затрудняющее игру. Этот принцип (который свидетельствует о существовании мезотонической системы уже в те времена) интересует многих музыкантов впоследствии. Сохранилось немало инструментов, созданных по этому принципу: целый ряд итальянских клавесинов XVII в., орган в Бюкебурге в Германии (1615), несколько органов в Англии и т.д.

Тем не менее существовали другие пути для смягчения системы. Первый из них — дробление СК на число большее, чем $1/4$. Получила распространение, в особенности в Италии, температура на $1/5$ или $1/6$ СК. При этом "волк" смягчался, зато терции соответственно увеличивались. Дальше $1/6$ СК не шли, т.к. терции начинали неприятно биться.

Другой путь — уменьшение количества чистых терций и распределение "волка" на двух или нескольких квинтах. Этот принцип получил распространение во

Франции со второй половины XVII в. Подробно остановлюсь на этом при разборе французской школы.

3.4.2. Для курьеза приведу два примера экспериментальных temperаций, относящихся ко второй половине XVI в.

1) Салинас (Salinas) в 1577 г. предложил систему основанную на чистых минорных терциях. Для этого следовало темперировать квинты на $1/3$ СК. При этом большие терции становятся уже чистой, "волк" принимает чудовищные размеры, а хроматическая гамма становится сверхнеровной.

Разумеется, практическое применение такой системы ничтожно. Можно лишь представить, что какая-нибудь регаль могла быть настроена таким образом для характеристики отрицательного персонажа в самых ранних операх.

2) Царлино темперировал большую и малую терции одинаково. Это возможно при делении СК на $2/7$. Такое деление как будто превышает человеческие возможности, но существует "трюк", позволяющий осуществлять такую настройку относительно просто³.

³ Подробное разъяснение можно найти в работе Asselin, 1985, с. 86 (см. библиографию).

Эта система (1558), может быть, из-за славы Царлино как теоретика, заслужила похвалы современников и несомненно применялась.

Приведу последний вариант этого типа: температура, при которой терция и квинта бьются с одинаковой скоростью. Для этого следует темперировать квинты на $1/5$ ПК. Если еще при этом настроить черные клавиши энгармонически, то мы получим так называемую "хорошо темперированную систему". Этот путь, безусловно, оказался наиболее перспективным.

3.5. Циркулирующие системы

Целый ряд произведений конца XVI и XVII вв. уже оказываются неисполнимыми при мезотонической системе. В качестве яркого примера приведу фантазию Джона Булля (1562 – 1628) "Ut, re, mi, fa, sol, la", в которой он прохаживается по всем тональностям, включая самые дальние, пользуясь при этом самыми невероятными энгармонизмами. К этому же типу следует отнести "Гексахорд" Альфонсо Феррабоско младшего, последние произведения Фрескобальди (например, замечательные "Cento partite"), некоторые произведения Фробергера и всю клавирную музыку Стораче (Storace).

Следует поэтому обратить внимание на попытку создать циркулирующую систему в течение XVI в.

3.5.1. Первая такая попытка принадлежит немецкому органисту и композитору Арнольду Шлику (Arnold Schlick, 1460 — 1521), который опубликовал свой "Spiegel der Orgelmacher und Organisten" в 1511 г., т.е. за несколько лет до Арона.

Хотя его мышление остается мезотоническим идеалом он продолжает считать чистые терции, отвергая при этом пифагорейские, он тем не менее темперирует все интервалы. Лучшие терции — C—E, F—A, G—B. Центром тяжести остается C—dur. Десять квинт темперируются неравномерно; "волк" распределен на двух квинтах. Таким образом Шлик стремится создать относительно циркулирующую систему (две тональности все же скверные), поскольку все квинты и терции исполнимы. Эту систему следует считать компромиссной.

3.5.2. Следующий наш автор — немецкий музыкант и математик Грамматеус из Нюрнберга (Henricus Grammateus, ? — 1555), который опубликовал свой труд "Ayn new kunstlich Buech" в 1518.

Его мышление остается пифагорейским с той лишь разницей, что он рассматривает проблематичную

квинту H—Fis не как печальный итог, а как своеобразное действующее лицо в процессе настройки.

Оставляя чистые квинты C—G, G—D, D—A, A—E, E—H, он темперирует квинту H—Fis, кварта Fis—H должна биться с той же скоростью, что стоящая под ней терция D—Fis, остальные квинты, за исключением B—F, тоже чистые. Он обнаружил, что таким образом где-то происходит разрыв и что результат иной, чем при классической пифагорейской системе.

Продолжая мыслить в этом направлении, он задумался о качестве терций, составляющих октаву.

Окончательно он предлагает следующую систему:

Чистые квинты — F—C, C—G, G—D, B—F, Es—B; далее следует настроить H, но уже исходя не из квинты, а из качеств терций. Терции G—H и H—Dis должны быть на 1/2 СК меньше пифагорейской. H—Dis бьется примерно в два раза медленнее, чем соседняя пифагорейская терция B—D. Es—G остается пифагорейской. Остальные квинты (E—H, A—E, H—Fis, Fis—Cis, Cis—Gis) — чистые. Квинта Gis—Dis оказывается увеличенной на 1/4 коммы, что вполне терпимо.

Общая картина совершенно меняется — можно теперь играть во всех тонах, хоть они и звучат очень контрастно.

3.5.3. Салинас, о котором уже шла речь, предлагает следующий вариант: от G до Fis вниз — все квинты чистые. Терция G—H — чистая, в результате чего образуется схизматическая квинта H—Fis. Квинта E—H — чистая: получаем чистую терцию C—E. Квинты D—A и G—D темперруются на 1/2 ПК.

Верхайен (Verheijen) в 1600 г. предлагает темперировать 4 квинты на 1/4 ПК (C—G, G—D, A—E, E—) оставляя остальные чистыми.

3.5.4. Во всех этих системах дальние тональности звучат резко.

Но вернемся к фантазии Булля. Пьеса начинается в тоне G (миксолидийском) и постепенно модулирует в самые далекие тона, чтобы затем, также постепенно вернуться к тому же G. Если играть эту пьесу при современной темперации, то получается лишь какое-то блуждание. При темперациях XVI в., описанных выше возникает конфликтная ситуация между покоем и напряжением, что и придает весь смысл этой пьесе.

3.6.1. "Истинная интонация" или чистый строй (англ. Just Intonation)

Натуральную гамму Царлино (Istituzione Armoniche, 1558) вывел из деления струны на простые числа (2, 3/2, 4/3, и т.д.). Она почти полностью совпадает с античной гаммой Аристоксена Тарантийского. Состоит она из трех абсолютно чистых трезвучий C, G, F и двух минорных A и E. Мы находим эту гамму в обертоновой шкале под номерами 24—27—30—32—36—40—45—48.

Частотные соотношения от C дают соответственно:

$$9/8 - 10/9 - 16/15 - 9/8 - 10/9 - 9/8 - 16/15.$$

Мы имеем, таким образом, два тона: большой (204 ц.) и малый (182 ц.). Полутоны суть апотомы, уменьшенные на одну схизму. Квинта D—A стоит 680 ц. (уменьшена на 1 СК) и, следовательно, неупотребительна!⁴ Построить какую-либо членораздельную гармоническую систему невозможно. В этом лесу гуляют сплошные волки.

Натуральная гамма — основа звукоряда всех натуральных инструментов как то: труба, альпийский рог

⁴ Ту же квинту, но на G—D, мы находим у Рамиса.

и т.д., что создавало естественные проблемы в настройке оркестра.

Какую же музыку можно играть при такой настройке? Хотя основа этой системы чисто диатоническая, никому не возбраняется настраивать черные клавиши так, чтобы получить нужные дополнительные чистые терции в зависимости от нужного репертуара.

В XVI в. появились бесчисленные сборники танцев и обработок популярных песен. Поскольку гармоническая структура очень проста, то данная система вполне подходит, тем более что эта настройка не требует никаких навыков. Достаточно отобрать нужные аккорды, отбросив остальные. (Грязные аккорды иногда могут быть использованы на слабой доле быстрого темпе, что создает любопытный эффект.) Любая провинциальная девица могла настраивать свой инструмент, чтобы исполнять эти незамысловатые пьесы.

Целый ряд авторов создали растяжения этой системы. Этим даже занимался ученик Баха Кирнбергер (см. ниже, 4.4.4.)

3.6.2. Деление октавы на число большее, чем 12

Как я уже упоминал, такие органы уже существовали.

Мерсенн (Mersenne, Harmonie Universelle, 1636) считал гамму Царлино наиболее совершенной. Он много думал, как сделать эту систему всеобъемлющей. Чтобы просто играть в C-dur, требуется дополнительная клавиша на ноте D, настроенная на одну комму ниже. Мерсенн предлагает "совершенные клавиатуры" с 18 и 26 клавишами и "очень совершенную" с 31 клавишей на октаву.

Исходя из натуральной гаммы и следуя принципам Мерсенна, можно продолжить этот процесс до бесконечности. Существует инструмент с 53 клавишами на октаву. Чтобы на нем играть, надо быть сороконожкой.

Все дело в том, из какой гаммы исходить: натуральной или мезотонической. Для наглядного примера даю сравнительную таблицу отклонений в центах (округленно) относительно равномерной темперации (нулевой).

	C	D	E	F	G	A	H	C
Мез.	10	3,5	3,5	14	7	0	-7	10
Нат.	16	20	2	14	18	0	4	16

Из этой таблицы видно, что натуральная гамма еще более неровная, чем мезотоническая⁵.

В 1555 г. Вичентино (Nicolo Vicentino), исходя из мезотонической системы, рассуждал таким образом: наша полная нотация имеет следующие звуки — обычных, 7 с диезами, 7 с бемолями, 5 с дубль-диезом, 5 с дубль-бемолем — всего 31.

Мы получаем, таким образом, закрытую циркулирующую систему, в которой соль дубль-бемоль энгармонически составляет темперированную квинту для дубль-диезом.

По его заказу был создан архичембало с двумя мануалами, имеющими дополнительные клавиши.

В музее Болоньи находится архичембало (Vito Trasuntino, 1606) с одним мануалом. Октава состоит из белых клавиш, каждая черная имеет по 4 деления в виде лестницы; кроме того, между E и F и между H и C имеются дополнительные клавиши, разделенные каждая пополам, всего 31.

⁵ Разница между натуральной и пифагорейской гаммой тоже существенна. Пифагорейскую можно транспонировать, натуральную невозможно.

Писали ли композиторы для таких инструментов? Безусловно, да.

Современник Монтеверди Мадзокки (Domenico Mazzocchi) требовал от певцов, чтобы они точно интонировали дубль-диезы и дубль-бемоли, которыми он пользовался в своей музыке. Из этого следует, что continuo должно было придерживаться тех же правил⁶.

Неаполетанцы Майоне (A. Mayone) и Трабачи (G.M. Trabaci) написали токкаты per il cembalo cromatico.

Этот репертуар требует специального исследования⁷.

Не следует, однако, путать эти поиски с работами Алойза Хабы и Ивана Вышнеградского, т.к. эти авторы исходят из делений равномерной гаммы.

Растяжение натуральной гаммы, подобно предложенному Мерсенном, приводит к некоей нейтральной зоне. Из-за того, что все интервалы чистые, создается впечатление, что музыка никуда не движется. Система Царлино в ее идеальном виде статична. То, что мы

⁶ Знак дубль-диеза появился первоначально, чтобы отметить разницу между большим полутоном и малым. Интерес к микроинтервалам появился в связи с желанием музыкантов услышать, как на самом деле звучат древнегреческие лады. Авторы первых опер были убеждены, что воссоздают античную драму.

⁷ Вероятно, на этой почве вырос, например, Джезуальдо.

называем тяготением, там полностью отсутствует. Зачем чистым интервалам куда-то тяготеть — им и так хорошо! Для того, чтобы интервалу “захотелось двигаться”, его надо растревожить.

Решение Вичентино гораздо интереснее, тем благодаря темперированным квинтам, сохраняется напряженность интервалов.

4. XVII — XVIII века

4.1. В XVII в. зарождаются национальные традиции как в создании инструментов, так и в способах их настройки. Испанский орган звучит иначе, чем немецкий, фламандские клавесины резко отличаются от итальянских. Исходя из этого (ведь каждой стране присущ свой звуковой мир), я буду излагать развитие темперации по странам.

4.2. Французские системы

Французы в основном остались верны мезотоническому мышлению. Эволюция происходит по линии постепенного уменьшения чистых терций. Французские руководства по настройке нарочито неточны. Это не случайность: французы полагались на вкус, “le bon gout français”, — а разве можно вкус измерить?

Поэтому все шифровки, данные в приложении, следует рассматривать не как догму, а лишь как руководство к действию.

4.2.1. Ламбер Шомон (Lambert Chaumont) в конце своего органного сборника (1695) указывает, как настраивать: квинты В—F и Es—В увеличиваются (sic), благодаря чему "волк" слегка приручается; остальные квинты темперированы на 1/4 СК; остаются 6 чистых терций, терция В—D — хорошая, терции Es—G и H—Dis приближаются к пифагорейским и могут быть использованы как проходящие.

4.2.2. В 1726 г. появляется система Рамо (Rameau), существующая в нескольких вариантах. Здесь Рамо занимается своеобразной химией: там, где чистая терция — темперирована квинта, там, где чистая квинта — темперирована терция. Таким образом, мы имеем: 3 чистые квинты — H—Fis, Fis—Cis, Cis—Gis; 2 увеличенные — As—Es и Es—В ("волк" начинает издыхать); остальные квинты темперированы одинаково на 1/4 СК. Чистых терций остается 4 на В, F, С и G; остальные приемлемы за исключением Fis—В и Cis—F.

Эта система очень подходит к музыке самого Рамо. Особенно хорошо звучит пьеса "L'Enharmonique". В 1737 г. Рамо стал приверженцем равномерной темперации.

4.2.3. Заметив, что система Рамо благоприятствует бемольным тональностям в ущерб диэзным, Марпург (см. 5.3.2.) в 1756 г. предлагает компромиссный вариант: от F вверх до Fis все квинты темперированы на 1/4 СК; остальные слегка увеличены; остаются 4 чистые терции C—E, G—H, D—Fis и F—A. Все тональности возможны, но общий колорит более бледный, чем у Рамо.

4.2.4. Даламбер (D'Alembert) в соавторстве с Ж.Ж. Руссо разработал систему, где остается лишь одна чистая терция C—E (1752). Четыре квинты темперированы на 1/4 СК (от C вверх); цикл квинт далее делится на две части, в одной из которых квинты следует постоянно уменьшать, а в другой — постоянно увеличивать, чтобы замкнуть цикл.

Такая настройка носит весьма субъективный характер, и здесь, более чем когда-либо, вкус — единственный критерий. Система звучит мягко, все тональности возможны⁸.

Из всего вышеописанного видно, как французские системы постепенно приспосабливались к эволюции музыкального языка.

⁸ Около 1760 г. эта система распространилась в Италии. Итальянцы называли ее "capriccioso".

4.3. Итальянские системы

После периода "бури и натиска" итальянская музыка XVIII постепенно остепенилась. Тональная система упрочилась. Исчезли хроматические искусства. Идеалом стала простота.

Я не буду задерживаться на последних попытках цепляться за мезотонику, видоизменяя ее в ту или другую сторону (Martini, Ricatti). Эти системы носят скорее академический характер и явно уже не соответствуют духу времени.

4.3.1. В середине XVIII в. утвердились две системы: Тартини-Валотти и Барка (описанная лишь в 1802 г.).

Они весьма сходны по своей структуре деления квинтового цикла на 6 чистых квинт и 6, темперированных на $1/6$ коммы. Разница между ними в том, что в первом случае делится ПК, а во втором СК. Система Барка звучит поэтому намного тоньше, несмотря на присутствие схизмы.

4.3.2. Нечто подобное предложил также англичанин Юнг (Young, *Outlines of Experiments and Inquiries respecting Sound and Light*, 1800).

Все это говорит о том, что эти системы пригодны не только для Скарлатти, но также для исполнения

Венской классики (пробовал — очень здорово!), что не удивительно, если вспомнить, какой удельный вес имела итальянская музыка в Вене.

4.4. Немецкие системы

Германию я оставил напоследок, т.к. мы здесь сталкиваемся с баховской проблематикой. Немецкие системы, в отличие от французских, имеют четкую структуру: в них всегда присутствует определенное количество чистых квинт. Они поэтому просты для настройки. Пифагорейское их происхождение несомненно, хотя они всегда циркулирующие.

4.4.1. Безусловно, самый крупный вклад в темперацию внес композитор, органист и теоретик Веркмайстер (Werckmeister, 1645 — 1705). Он автор многих работ, в том числе "Orgelprobe" (1681) и "Musikalische Temperatur" (1691), целиком посвященных вопросам темперации.

В "Orgelprobe" изложена система, имеющая очень далекое родство с мезотоникой, поскольку упоминается "волк", который разбивается на 6 практически чистых квинт (на 1 ц. больше); остальные квинты темперированы на $1/12$ ПК, как и при равномерной темперации, что говорит о том, что Веркмайстер был с ней знаком.

При этом получаются 3 почти чистые терции (388 ц.) на F, C и G, но зато 3 чрезмерно увеличенные на H, Fis и Cis.

Этой системой Веркмайстер как бы предвосхищает поздние итальянские системы. Настройка при этом достаточно сложна.

В капитальном "Musikalische Temperatur" Веркмайстер описывает 6 систем:

1) Систему типа "истинная интонация" с многими делениями октавы.

2) Мезотоническую систему, которую Веркмайстер считает устарелой и явно негодной.

3) "Dem generi chromatico favorabel": 8 чистых квинт + 4, темперированных на $1/4$ ПК, разбросанные таким образом, чтобы лучшие 2 терции попали на C и F. Три терции остаются пифагорейскими на дальних тональностях.

Эта система — самая известная из систем Веркмайстера. Она получила огромную популярность которую сохранила в течение всего XVIII в., во всяком случае в Германии. Можно не только играть свободно во всех тональностях, но каждая при этом сохраняет свою неповторимую индивидуальность.

Двоюродный брат Баха Николаус, большой специалист по органам, был весьма близок с Веркмайстером и мог вполне ознакомить Баха с этой системой. Другой близкий родственник Баха, Вальтер, учился у Веркмайстера.

В наше время при возрождении клавесина многие исполнители взяли эту систему на вооружение, т.к. она достаточно универсальна, чтобы охватить весь репертуар, в том числе и ХТК.

4) "Dem generi diatonico favorabel": 5 чистых квинт, 5, темперированных на $1/3$ ПК, и две, увеличенные на ту же $1/3$ ПК; одна терция H—Dis пифагорейская, 7 хороших (392 ц.) и 3, увеличенных до 416 ц. Как всегда у Веркмайстера, чистые квинты разбросаны среди темперированных.

Эта система подходит тем, кто желает подчеркнуть контраст между диатоникой и хроматикой. Трезвучия звучат очень тепло, т.к. найдена очень хорошая пропорция биений. Некоторые сочинения Баха, в особенности органые, несомненно выигрывают.

5) "Diese folgende Manier kan auch wol passiret werden": 6 чистых квинт, 5, темперированных на $1/4$ ПК и последняя Gis—Dis, увеличенная на ту же $1/4$ комму; 2

пифагорейские терции; остальные приближаются к нашим современным терциям.

Система, таким образом, приобретает несколько нервно-беспокойный характер. Для Баха она явно не годится, т.к. его музыка сама по себе уже достаточно напряженная. Ее следует применять для более пресной музыки, примерно так же, как мы поступаем, выжимая лимон на рыбу.

б) "Septenarius". Эта система основана на математической игре с числом 7 (1/7 ПК и ее производные). Звучит она довольно сухо. Мне неизвестны употребления этой системы. Сам же Веркмайстер считал все системы, начиная с третьей, пригодными.

В 1697 г. Веркмайстер написал, что равномерная температура могла бы быть решением всех проблем, но при этом заметил, что большинство музыкантов ее отвергают как сквернозвучающую. Почему целые поколения музыковедов вывели из этого, что Бах заимствовал идею равномерной температуры у Веркмайстера, мне совершенно непонятно, тем более, что равномерная температура обозначалась у Веркмайстера, а также у последующих авторов именно как равномерная

("Gleichschwebende Temperatur"), а вовсе не "Wohltemperierte"! ⁹

Системы Веркмайстера вызвали к жизни у непосредственных предшественников и современников Баха циклы произведений, проходящих по всем тональностям: клавирные сюиты Пахельбеля, "Ariadna musica" И.К. Фишера, "Labirintus musicus" Суппига (Suppig) и т.д. Существует даже другой "Хорошо темперированный клавир" (sic!), принадлежащий перу ныне забытого Б.Х. Вебера. Так что Бах не такой уж новатор. Он просто сделал это лучше других.

4.4.2. Ученик Веркмайстера Бенделер (Bendeler, 1654 — 1709) предложил три системы, из которых я приведу только первую.

Три квинты темперированы на 1/3 ПК (G—D, D—A и H—Fis); остальные чистые.

Я однажды составил целую баховскую программу, настраивая клавесин по этой системе, и все звучало прекрасно (включая трехголосные инвенции). Эта система заманчива простотой настройки. Можно

⁹ Здесь может возникнуть законный вопрос: что же в таком случае обозначал термин "хорошо темперированный клавир"? Разумеется, это означало, что можно играть в далеких тонах, но не только. Искусство темперации заключалось в том, чтобы найти приятную для слуха пропорцию биений. Следовательно, термин этот имел также смысл "приятнозвучащий". Поскольку равномерная температура считалась "сквернозвучающей", то этот термин к ней неприменим.

очень быстро настроить на слух, обращая внимание в основном на качество Н-диг'ного трезвучия, а также на сексту Н—Gis.

4.4.3. Современник Баха, органист и теоретик Зорге (Sorge, 1703 — 1778) — автор двух систем.

Первая (1744) основана на делении четырех квинт (C—G, G—D, D—A, A—E) на 1/4 ПК.

Она пригодна для сочинений Баха и его современников, требующих энергичного, ясного и светлого звучания (Итальянский концерт, Французские сюиты).

Вторая (1758) имеет 3 квинты (C—G, G—D, D—A) темперированные на 1/6 ПК, 6 квинт (Es—B, B—F, A—E, H—Fis, Fis—Cis, Gis—Dis) на 1/12 ПК; квинты F—C, E—H, Cis—Gis — чистые.

Эта система звучит ровнее предыдущей и скорее подходит для музыки сыновей Баха, которые, как известно, болели "модуляционной чесоткой".

Найдхардт (Neidhardt, 1685 — 1739) выбрал парадоксальный путь. Он предлагает сначала настроить инструмент равномерно, чтобы затем "испортить" систему, оставляя две квинты на 1/12 ПК, темперировав две

на 1/6 ПК, две на 1/4 ПК, а остальные делая чистыми. Такой сложный способ, казалось бы, явная бессмыслица. Тем не менее результат неожиданно приятный, и уж, во всяком случае, это звучит менее плоско, чем современная температура.

Почему Найдхардт избрал столь сложный маршрут? Он, очевидно, решил испытать равномерную темперацию и, найдя ее неудовлетворительной, дал задний ход.

4.4.4. Остается рассмотреть системы ученика Баха Кирнбергера (Kirnberger, 1721 — 1783), стоящие особняком. Кирнбергер автор трех систем (Die Kunst des Reinen Satzes, 1774). Сам он неоднократно заявлял, что всем, что он знает, он обязан своему учителю. Тем не менее, вряд ли это может относиться к его темперациям. Единственно, на что претендовал Кирнбергер, это создание наипростейших способов настройки.

1) Первая система представляет собой пифагорейское растяжение системы Царлино и, следовательно, не темперированная. Кирнбергер замыкает весь цикл чистыми квинтами, кроме двух — схизматической Fis—Dis и все той же отвратительной квинтой (680 ц.) D—A. Помимо 4 чистых терций, остальные 8 либо пифагорейские, либо приближаются к ним.

Несмотря на свою архаичность, такая настройка могла использоваться для органов, имеющих лишь культовое назначение. Во всяком случае, известно, что орган собора св. Петрония в Болонье был настроен именно таким образом, что вызывало восхищение местного органиста Босси¹⁰.

2) Скверная кварта D—A заменяется двумя темперированными на 1/2 СК (D—A и A—E). Соответственно, увеличивается терция F—A. Остальные квинты — чистые. C—dur'ные и G—dur'ные трезвучия — чистые. F—dur'ное трезвучие состоит из чистой квинты и темперированной терции, D—dur'ное — из чистой терции и темперированной квинты. Особенно хорошо звучат доминантсептаккорды на C и G. Схизма падает на Fis—Cis.

Очень интересно звучит в этом контексте C—dur'ная прелюдия из первого тома ХТК.

Из-за простоты настройки эта система стала популярной во всей Европе. Ее рекомендует "Методическая энциклопедия" 1785 г., а также методика для фортепьяно Плейеля и Дюссека 1796 г.

Лично я предпочитал применять ее к более раннему репертуару типа Фробергера, который при этой системе звучит особенно драматично. Впрочем

¹⁰ Этот инструмент имеет 14 клавиш на октаву, чем все объясняется.

благодаря двум чистым трезвучиям, возможен и абсолютный покой¹¹.

Англичанин Стенхоуп (Stanhope) в 1806 г. смягчил эту систему, темперировав три квинты G—D, D—A и A—E на 1/3 СК. Схизма распределяется на две квинты. Такой расклад придает системе меланхолический характер.

3) В 1779 г. первый биограф Баха Форкель (Forkel, 1749 — 1818) написал Кирнбергеру дружественное письмо, в котором спрашивал, нельзя ли улучшить квинты G—D и D—A. Ответом на этот вопрос стала третья система Кирнбергера.

Четыре квинты от C вверх темперированы на 1/4 СК, что дает чистую терцию C—E. Остальные квинты — чистые. Терции все очень неровные, что придает каждой тональности яркое лицо. Схизма остается на прежнем месте.

Эта система также приобрела большую популярность. Многие современные исполнители взяли ее на вооружение наравне с третьей системой

¹¹ Этот покой тоже способствовал успеху системы. В современной темперации покой недостижим, поскольку все трезвучия грязные. Правда, выработались звуковые привычки (то, что Рамо называл странным словом "митридизация"). Воздействие разных аккордов на нашу нервную систему еще недостаточно хорошо изучено.

Веркмайстера, тем более, что благодаря чистой терции она позволяет охватить и французский репертуар (хотя она и звучит острее, чем система Даламбера).

Я воспользовался этой системой при записи ХТК на компакт-диск, т.к. она мне представляется более контрастной, чем 3-я система Веркмайстера, поскольку я всегда придавал особое значение акустическим параметрам C-dur'ной прелюдии из I тома.

5. Равномерная темперация

5.1. Говорят, что равномерная темперация была изобретена в Китае еще в древности. Нельзя сказать, чтобы это существенно повлияло на музыкальную культуру этой страны. Тем не менее, в Европе равномерная темперация известна уже в XVI в.

Однако следует различать теорию и практику.

Теоретически рассчитать равномерно темперированную гамму не составляет труда. В конце XVI в. были придуманы логарифмы (Neper, Briggs). Клавиатура фортепиано есть не что иное, как материализованная логарифмическая линейка. Фламандский математик Стевин (Stevin, 1584 — 1620) рассчитал гамму, извлекая квадратные и кубические корни из $1/2$.

Как я указывал выше, существовали варианты мезотонической системы на $1/5$ и $1/6$ СК. Дальше не шли, чтобы не портить терции. Тем не менее, если развивать этот принцип до конца, он неизбежно

приведет к современной гамме, которая в некотором смысле тоже мезотоническая, поскольку в ней присутствует "средний тон".

В 1533 г. Джованни Ланфранко (Giovanni Lanfranco) утверждал, что ему удалось темперировать квинты на $1/10$ СК, что существенно приближается к современной темперации.

5.2. Особо стоит проблема настройки инструментов, имеющих ладки. Это относится ко всему семейству лютневых (Chitarrone, Theorba, Vihuelas), а также виол.

Специфика этих инструментов такова, что из-за ладков их настройка должна быть равномерной или, во всяком случае, приближаться к ней (как у Ланфранко).

В 1568 г. Винченцо Галилеи (Vincenzo Galilei, 1520 — 1591), лютнист и композитор (отец знаменитого ученого), изобрел компас, основанный на частотном соотношении $18/17$, позволяющий устанавливать точное местоположение ладков. При этом полутона теряют по одному центу, а октава оказывается уже на 12 ц. Ясно, что это несколько отличается от нашей гаммы.

Ладки были подвижные, что позволяло несколько менять строй. Проблемы неизбежно возникали при совместной игре с инструментами, настроенными иначе. Для этого были придуманы некоторые ухищрения.

Первое из них — установка подвижного ладка для каждой струны, что давало возможность извлекать хорошие терции, но составляло головоломку для исполнителя. Другой способ — ставить ладки по диагонали, что, естественно, влияло на строй. Также следует отметить технику оттягивания струны немного в сторону, что, соответственно, повышает звук. Получаемые таким образом гаммы на практике отличаются от тех, которые теоретически установлены ладками. Лютневые табулатуры указывают лишь на положение пальца на струне.

Лично я сталкивался с этой проблемой при работе с моим лютнистом, но мы всегда находили взаимоприемлемые компромиссы.

5.3. Равномерная темперация была неоднократно описана в течение XVII — XVIII вв., главным образом, теоретиками и учеными. Музыканты упорно от нее отворачивались. Заметное исключение — Рамо, который, начиная с 1737 г., стал ее убежденным сторонником.

5.3.1. В своем труде о цифрованном басы Рамо утверждал, что гармония первична, а мелодия вторична. Неисторичность и ошибочность этой теории бросается в глаза. Но что, собственно, имел в виду Рамо под словом "гармония"? Знаменитая французская энциклопедия времен Просвещения дает следующее определение:

“гармония — последовательность благозвучных аккордов”. Вряд ли это соответствует тому, чему нас учили в школе. Тональное мышление устанавливалось постепенно. Еще в начале XVIII в. композиторы были убеждены, что пишут в ладах (mode, ton). Практика сильно опережала теорию. Учение о гармонии в том смысле, в каком мы это понимаем, впервые было изложено в середине XIX в. Фетисом, заслуга которого заключается в том, что он зафиксировал на бумаге то, что существовало уже давно. Бах не руководствовался никакими пособиями. Единственно признанной наукой в то время было учение о контрапункте. Именно сплетение мелодий привело к образованию аккордов, а не наоборот. Цифрованный бас имеет мелодическую основу.

5.3.2. Последователь Рамо — Марпург (Marpurg, 1718 — 1795), пытаясь распространить его идеи в Германии, опубликовал работу (1750), в которой описывает “старую систему”, т.е. мезотонический вариант с 4 чистыми терциями (см. 4.2.3.), и “новую систему”, т.е. равномерную. Он делит октаву на 3 равные терции, что совершенно правильно, но далее предлагает строить от них чистые квинты в разные стороны. Очевидно, он принимал желаемое за действительное!

5.4. Что же касается того, почему музыканты не принимали равномерную темперацию, то причины этого

сводились примерно к следующему: 1) сложность настройки; 2) неблагозвучность терции, которая особенно слышна на органе, поскольку звук не затухает и, следовательно, прослушиваются биения; 3) все тональности звучат одинаково, отличаясь лишь в звуковысотном отношении. Как выразился один музыкант (в XIX в., sic!), “это все равно, что есть одно и то же блюдо каждый день”.

5.4.1. Привожу мнение двух авторов¹². Дом Бедос де Сель в начале своей работы (*L'art du facteur d'orgues*, 1776) пишет о том, что математики и ученые изобрели новую систему, т.е. равномерную. Замечая, что она вовсе не новая, поскольку Мерсенн ее уже описал в 1637 г., он отмечает тот факт, что музыканты опираются не на числа, а на природу и на слух. Признавая, что каждая система имеет свои недостатки, в том числе и “старая” (т.е. неравномерная), он заканчивает свое суждение следующими словами:

“Композитор превращает в достоинство неизбежные недостатки этой системы: он находит в них преимущества, позволяющие подчеркнуть характер своих пьес. Хочет ли он сочинить нечто веселое, грустное, великое, торжественное и т.д., он выбирает тон, наиболее подходящий для нужной ему модуляции.

¹² Полностью тексты опубликованы в работе Jean Bosquet, с. 53, 55 (см. библиографию).

придающий наибольшую выразительность идеям. При новой системе это становится невозможным. Поскольку все тоны там равны, они выражают одинаковые вещи. К тому же, ничто не уравнивает жесткость терций."

5.4.2. Другой текст касается непосредственно Рамо. Это "Observations sur un nouveau tempérament proposé par M. Rameau" ("Замечания по поводу новой темперации, предложенной г. Рамо", 1785)¹³.

Автор пишет:

"Несмотря на наукообразный вид этой формулы, практика, возникающая из нее, не приходится по вкусу ни музыкантам, ни мастерам. Первые не могут отказаться от энергичного разнообразия эффектов, которые производит обычная темперация. Г. Рамо совершенно напрасно утверждает, что они ошибаются, поскольку разнообразие находится в переплетении ладов¹⁴ (...), а совсем не в изменении интервалов: музыкант на это отвечает, что одно другому не мешает (...)"

Далее автор подробно останавливается на разнообразии, происходящем из неравномерности.

¹³ Существует предположение, что автор текста Ж.Ж. Руссо.

¹⁴ По-видимому, энгармонизмы.

"(...) что же касается мастеров, — продолжает автор, — то они находят, что клавесин, настроенный таким образом, совсем уж не так хорош, как это утверждает г. Рамо. Большие терции жестки и оскорбляют слух: когда им говорят, что можно привыкнуть к изменению терции, так же, как в свое время привыкли к изменению квинты, то они отвечают, что непонятно, каким образом можно отменить на органе биения, оскорбляющие слух. Поскольку, исходя из природы консонансов, квинта может быть более темперирована, нежели терция, не оскорбляя слуха, не лучше ли темперировать те интервалы, которые не будут нас шокировать, и оставить более чистыми те, которые в противном случае будут звучать неприятно?"

5.5. В первой половине XIX в. продолжали настраивать неровно, хотя и в гораздо более смягченном виде, чем в XVIII веке. Очевидно, что процесс освоения равномерной темперации происходил очень постепенно.

Следует здесь различать случайную неровность от умышленной. Хотя схизматическая квинта математически равна нашей темперированной квинте, можно говорить о некоторой "эмпирической" квинте, измененной в ту или иную сторону. На практике так и получается, поскольку этого требует наш слух. Достаточно вспомнить, что многие настройщики растягивают октавы в высших регистрах, чтобы придать блеск инструменту.

5.5.1. Сохранились документальные свидетельства о неровной настройке в XIX в.

Немецкий мастер Брудер (Bruder) настраивал в 1829 г. следующим образом: 3 квинты на $1/3$ ПК, 6 квинт на $1/8$ и 3 — на $1/12$ ПК.

Другой немецкий фортепианный мастер Сиверс (Sievers), ссылаясь на распространенную в Германии практику, предлагал в 1868 г. настраивать 5 квинт на $1/5$ коммы, а остальные чистыми. Сиверс пишет, что все фортепиано, которые он производил, настраивались таким образом, начиная с 1838 г. Существуют данные о том, что в Италии еще в 1880 г. продолжали так настраивать.

Больше всего сопротивлялись введению новой температуры органные мастера.

Француз Амэль (Hamel, Nouveau manuel complet du facteur d'orgues, 1849), основываясь на делении октавы на 3 терции, считал, что они должны биться с одинаковой скоростью. При этом получается, что лишь вторая терция соответствует нашей современной. При такой раскладке бемольные тональности звучат мягче, чем диезные.

Итальянский органный мастер Де Лоренци (De Lorenzi) в 1870 г. высказал мнение о том, что

температура, основанная на $1/8$ и $1/10$ СК звучит лучше, чем равномерная. Его система заслужила похвалы современников.

Шифровки этих систем даются в приложении.

Правомерно предполагать, что Шуберт и, может быть, даже Шопен играли на фортепиано, настроенных несколько неровно, что должно было придавать особый аромат их модуляциям.

Торжество равномерности наступило, когда появились большие симфонические органы, типа Cavaille Coll, в середине XIX столетия. Специалист по температуре Доминик Деви (Dominique Devie) считает, что это явилось следствием эгалитарных идей Французской революции. Может быть, кто его знает?

5.5.2. Поскольку ничто не стоит на месте, совсем недавно французский настройщик и акустик Серж Кордые в капитальном труде, посвященном современному фортепиано (Serge Cordier, 1982), предложил следующее усовершенствование современной температуры:

Настраивается чистая квинта F—C; внутри нее все полутона равномерны. Критерием являются заключающиеся в этой квинте малые и большие терции.

После этого остальная часть клавиатуры настраивается по чистым квинтам вверх и вниз. Октавы, таким образом, увеличиваются на $1/7$ ПК, что для нашего слуха терпимо¹⁵. Фортепиано при такой настройке звучит особенно ярко и сочно, в особенности с оркестром.

¹⁵ Секста As-F должна биться одинаково с терцией Des-F, что возможно только при растяжении октавы.

6. Проблема баховской темперации

6.1. По этому вопросу существует две позиции. Первая принадлежит так называемым "генералистам", считающим, что Бах принял современную равномерную темперацию и что ХТК является своеобразным манифестом в пользу этой системы¹⁶. Другая часть теоретиков, а также многие исполнители, придерживаются другого мнения.

6.2. Документальные данные

Данные эти скудны и носят косвенный характер. Тем не менее, можно сделать из них некоторые выводы.

Основные источники: "Bach-Dokumente", труды К.Ф.Э. Баха и ученика Баха Кирнбергера, а также полемика, возникшая между Марпургом и Кирнбергером.

¹⁶ В частности, в бытность мою в Москве, эта идея рассматривалась как неопровержимая истина.

6.2.1. Первые данные касаются экспертиз, которые Бах в качестве кантора должен был производить при приеме новых органов.

Известно его расхождение по вопросам темперации со знаменитым органным мастером Зильберманом (Silbermann, 1683 — 1753).

Династия Зильберманов была родом из Эльзаса, входившего в состав Французского королевства со времен Людовика XIV. Естественно, этот край подвергся сильному французскому влиянию. Неудивительно поэтому, что Зильберман употреблял при настройке мезотоническую систему, давно забытую в Германии. Неудивительно и то, что это крайне шокировало Баха.

Зорге по этому поводу писал в 1748 г.:

“Достаточно сказать, и никто не станет этого отрицать, что кварта Gis—Es слишком увеличена и бьется очень неприятным образом; эта кварта свидетельствует о том, что почти все остальные — грязные, и что вследствие этого 4 большие терции звучат грубо, тяжело и по-варварски, а 3 малые — рыхло и лениво. Одним словом, учитывая нашу практику, принять такую темперацию невозможно. Это неопровержимая истина, и я ссылаюсь при этом на всех беспристрастных и компетентных музыкантов, в

особенности на свидетельство г. Баха из Лейпцига, знаменитого во всем мире (...)

(...) в этих четырех плохих терциях чувствуется грубый и дикий или, как говорит г. капельмейстер Бах из Лейпцига, варварский элемент, что невыносимо для хорошего слуха (...)¹⁷

Зильберман не любил критики, но, тем не менее, подчинился. Он, по-видимому, впоследствии сильно смягчил мезотоническую систему, темперировав квинты на $1/6$ СК, распределяя “волка” неравномерно на две квинты (гипотеза современного голландского исследователя Клопа).

Проф. Лоттермозер измерил частоты 25 труб (две октавы) органа в соборе Фрайбурга и обнаружил две хорошие терции на С и F, а также практически полное отсутствие “волка”¹⁸.

На органе собора в Базеле (Andreas Silbermann) сохранилась любопытная надпись: “Если кто услышит вой ужасного волка, пусть позовет мясника и попросит его сломать этот инструмент”.

¹⁷ Цитируется по: Cantagrel, Bach et son temps, (французский перевод “Bach-Dokumente”), с. 217.

¹⁸ Lottemoser, Werner, Die Temperierung nach G.Silbermann, “Das Musikinstrument”, Frankfurt/Main, 1965, Nov.

Я лично пробовал реконструировать темперацию такого типа (1/6 коммы). Результат приемлемый. Система вполне циркулирующая, но сложная для настройки. Бах, во всяком случае, ее тоже отверг.

Сохранилась экспертиза при приеме нового органа в Liebfrauenkirche в Халле (1716), где стоит личная подпись Баха.

Комиссия просит автора органа Cuncius'a настроить его по той системе, которую он уже им показывал. По свидетельству Зинна (Sinn)¹⁹, речь шла о 3-й системе Веркмайстера.

Что же касается органов уже существующих, то Баху приходилось приспособливаться к темперациям, в которых они были настроены. Из гармонического анализа органных сочинений Баха можно сделать вывод, что в них он не позволяет себе идти столь далеко, как в своих клавесинных сочинениях. Во всяком случае, ничего подобного ХТК для органа не существует. Это при том, что этот инструмент был у Баха любимым.

6.2.2. Выяснить, хотя бы приблизительно, как настраивал инструменты сам Бах, мы можем только методом исключения.

¹⁹ Sinn C.A. Die aus mathematischen Gründen richtig gestellte musikalische Temperatura practica, 1717.

Форкель, получив информацию от его сыновей Вильгельма Фридемана и Карла Филиппа Эммануила пишет, что Бах всегда сам настраивал свой клавесин и свой клавикорд:

“Этот труд стал для него настолько легким, что он никогда не тратил на это более четверти часа. Он мог тогда свободно импровизировать; все 24 тональности ему подчинялись. (...)”

Хотел бы я знать мнение даже самого опытного настройщика, возможно ли равномерно настроить инструмент за 15 минут? К тому же надо учитывать, что инструменты, о которых идет речь, имеют два мануала и несколько регистров.

Интересно выяснить, откуда пошло представление о том, что Бах настраивал равномерно?

Сторонником этой идеи был, конечно, Марпург, но впоследствии это было забыто. Главным же распространителем этого мнения стал физик и акустик Гельмгольц (1821 — 1894). Ссылаясь он при этом на труд К.Ф.Э. Баха (Versuch..., 1753), из которого извлек, что тот требует точной равномерности. Но на самом деле, Гельмгольц просто небрежно прочел этот текст.

Вот что пишет К.Ф.Э. Бах:

"(...) следует незначительно темперировать большинство квинт, чтобы было возможно играть во всех 24-х тональностях (...)"²⁰.

Предлагаю обратить внимание на то, что "большинство квинт" (meisten) значит — не все. Стал бы К.Ф.Э. предлагать неравную темперацию, если его отец пользовался равномерной, тем более, что музыка самого К.Ф.Э. принадлежит следующему историческому этапу?

6.2.3. В 1760 г. ученик Баха Кирнбергер опубликовал работу "Construction der gleichschwebenden Temperatur". Кирнбергер — первый автор, дающий точные указания относительно равномерной темперации. Он обнаружил, что если построить вверх 7 чистых квинт плюс чистую терцию и далее спуститься на октаву, то попадешь на кварту, увеличенную на 1/12 ПК. Полученную кварту (квинту) следует перенести на второй мануал. Следующую операцию следует начинать со второй квинты и т.д. Всего свыше 80 операций!

По-видимому, Кирнбергер рассматривал все это как некий курьез, поскольку он, между прочим, замечает: "Эта система звучит просто отвратительно (...)"²¹.

²⁰ Цитируется по: J. Bosquet, op. cit., с. 24

²¹ "die gleichschwebende Temperatur ist schlechterdings ganz verwerflich", цит. по: D.Devle, op.cit., с. 156.

Здесь опять возникает вопрос: стал бы Кирнбергер так отзываться о системе, которую практиковал его любимый учитель?

6.2.4. Следует подробнее остановиться на полемике, возникшей между Кирнбергером и Марпургом. Последний, вернувшись из Франции, где он заразился идеями Рамо, стал усердно их распространять в Германии. В 1776 г. он опубликовал "Versuch über die musikalische Temperatur", где обрушился на Кирнбергера, утверждая, что тот искажил идеи Баха.

Марпург писал:

«Г. Кирнбергер мне сам рассказывал, что знаменитый И.С. Бах раскрыл ему, как он настраивает свой инструмент. Кирнбергер утверждал, что его учитель настойчиво требовал, чтобы все терции были бы расширены. При темперации, в которой все большие терции широкие, не может быть чистой терции²²; раз нельзя найти ни одной чистой терции, значит, увеличение на 81/80 (1 СК) также невозможно. Г. капельмейстер И.С. Бах, ухо которого не было испорчено дурными расчетами, должен был обнаружить, что большая терция, увеличенная на 81/80, — страшный (abscheuliges) интервал. Почему он назвал свои прелюдии и фуги, написанные в 24 тонах, "Искусством темперации?"»²³.

²² Намек на 3-ю систему Кирнбергера.

²³ Цит. по: Cantagrel, Bach et son temps, с. 281.

Для того, чтобы избежать пифагорейской терции, вовсе не требуется прибегать к равномерной темперации. Достаточно для этого настроить не более, чем три чистые квинты подряд. Сам Марпург когда-то предлагал такие системы. Все немецкие авторы, начиная со Шлика, всегда расширяли терции, следовательно, тут ничего оригинального нет.

6.2.5. В 1779 г. Кирнбергер ответил (последний выпуск "Die Kunst des reinen Satzes") Марпургу. В своем ответе он четко сказал о том, что Марпург тенденциозно искажил его слова.

"В своем труде Марпург хочет разрушить систему Кирнбергера, дабы заменить ее равномерной темперацией. Он также старается доказать, что теория о гармонии Кирнбергера ошибочна и что только теория Рамо истинна"²⁴.

Кирнбергер напоминает, что именно он первый дал практические указания, как найти равномерную темперацию (см. 6.2.3.). Учитывая, что для того, чтобы составить так называемую "партитуру", следует, в качестве промежуточной операции, настроить 77 чистых квинт и 11 больших терций, Кирнбергер не советует никому предаваться таким геркулесовым трудам ради столь плачевного результата.

²⁴ Цит. по: Devle, op. cit., с. 277.

Далее Кирнбергер обвиняет Марпурга в дилетантизме. Известна неуклюжая попытка последнего найти равномерную темперацию (5.3.2). По этому поводу Кирнбергер пишет, что несмотря на то, что Марпург прибегает к логарифмам, сразу видно, что он ничего в них не понимает.

"Марпург совершенно напрасно хочет втянуть в свою игру И.С. Баха и Телемана (...); никого он этим не убедит (...) Г. капельмейстер К.Ф.Э. Бах из Гамбурга никогда не придерживался этого мнения, и даже совсем наоборот. Бах никогда не имел в виду равномерную темперацию. Почему же г. Марпург никак не хочет этого понять? Obstupui fleturunque comae (...)"²⁵.

Все это напоминает склоку в коммунальной квартире. К.Ф.Э. так отозвался об этой полемике в письме к Кирнбергеру:

"Я глубоко возмущен нападками на Вас со стороны Марпурга. Можете во всеуслышание заявить, что как я, так и мой несчастный отец, всегда были противниками теории г. Рамо"²⁶.

²⁵ "Мне это так противно, что даже мои волосы начинают плакать", *Ibid.*, с. 278.

²⁶ *Ibid.*, с. 279.

Позднее К.Ф.Э. писал: "Мне и моему отцу всегда были чужды всякие математические расчеты и сухие теории"²⁷.

Вот, пожалуй, и все, что касается документальных данных.

Сколько я ни искал, мне не удалось найти ни одного свидетельства о том, что Бах пользовался равномерной темперацией, за исключением сомнительных высказываний Марпурга. Марпург вернулся в Германию лишь после смерти Баха, с Бахом знаком не был и никогда его не слышал.

6.3. Сохранилась опись имущества Баха после его смерти. Библиотека состояла из богословских трудов и книг душевного содержания. Ни одного трактата по музыке.

Баха затащили в ученый кружок Мицлера. Чтобы стать членом этого кружка, надо было представить какой-либо теоретический труд. Бах принес свои вариации "Von Himmel hoch".

Бах был величайшим практиком. Он владел почти всеми существующими тогда инструментами. Писал он за столом, "не спрашивая совета у клавесина" (Форкель).

²⁷ Ibid, с. 272.

Как Бах настраивал, мы не знаем и никогда не узнаем. Тем не менее, исходя из всего вышесказанного, можно согласиться с мнением Жана Боске:

"Настраивать клавесин или клавикорд, темперировав лишь несколько квинт, немудрено, и можно сделать это очень быстро. Все это совпадает с тем, что К.Ф.Э. сообщил Форкелю, с тем, что он написал после смерти отца и с сообщениями Кирнбергера"²⁸.

У Баха, очевидно, была своя кухня настройки, и он приспособлял те или иные немецкие системы, бывшие тогда в ходу, к своим нуждам.

Крупный специалист по старинным органам и темперациям Анри Легро (Henri Legros)²⁹, ссылаясь на мнение Темпельхофа (G.F. Tempelhof)³⁰, высказанное в 1775 г., пишет:

"Преобразование этого произведения (ХТК) в манифест равномерной темперации может привести лишь к тому, что оно станет сборником упражнений по транспозиции, тогда как его цель состоит скорее в выявлении особого характера каждой тональности"³¹.

²⁸ Bosquet, op.cit. p. 24.

²⁹ В приложении я пользуюсь его методом шифровок.

³⁰ Tempelhof G.F. "Gedanken über die Temperatur des Herrn Kimberger", 1775, Berlin.

³¹ Bosquet, op.cit. p. 24.

7. Эстетические выводы.

Практические проблемы

7.1. Как мог убедиться читатель, меня можно причислить к убежденным сторонникам неравномерной темперации. Дело не только в восстановлении исторической истины. В своей исполнительской практике, испробовав многие из вышеописанных систем, я просто пришел к выводу, что вся музыка, написанная в те времена, звучит при неравномерной темперации лучше.

На это имеются объективные акустические основания.

Существует 4 типа трезвучий:

- 1) чистая квинта, чистая терция;
- 2) темперированная квинта, чистая терция;
- 3) чистая квинта, темперированная терция;
- 4) темперированная квинта, темперированная терция.

Даже самому неискущенному читателю ясно, что каждый такой аккорд имеет свою специфическую окраску.

Клавесин имеет ограниченные возможности: туше, агогика и регистровка. К этому надо добавить нахождение такого звукоряда, который придаст особый характер исполняемым пьесам. При неровной хроматической гамме мелизматика приобретает весь свой смысл. Она в таком случае воспринимается как обыгрывание разных по качеству полутонов.

Таким образом, настройка, вместо скучного занятия, превращается в творческий процесс.

Равномерная темперация годна лишь для определенного репертуара. В принципе, она нарушает ладовую структуру любой музыки и неизбежно приводит к стандартизации.

Неровность, по-видимому, вообще присуща человеку. Даже наша диатоническая гамма неровная, поскольку она состоит из тонов и полутонов. Лишь современная хроматическая гамма ровная. Додекафония, законное дитя равномерной темперации, похоже, себя исчерпала.

Не случайно же, что нотная запись народной музыки и вообще всякой, выходящей за пределы равномерности (в частности, восточной) музыки, выглядит

столь неубедительно. Ведь не поют же русские бабы в деревне по равномерной температуре! И кто может измерить акустические параметры некоторых звуков, которые издает саксофон при джазовых импровизациях? И что мы знаем о древнегреческих ладах, кроме названий?³²

Основа всякой музыки, европейской (включая Веберна) или не европейской, всегда модальна.

Слово "настройка" этимологически родственно слову "настроение", а немецкое *Stimmung* обозначает сразу и то, и другое.

Все вышесказанное касается не только тех музыкантов, которые интересуются так называемой старинной музыкой; это относится и к новому

³² Разумеется, сохранились античные трактаты, но это все равно, что судить о музыке XVI в. по трактатам Царлино при отсутствии самой музыки. Воспроизведение античных ладов на фортепиано - сущая бессмыслица. Что делать с энгармоническим тетрахором? Что же касается восточной музыки, то насильственная европеизация в республиках Средней Азии, шедшая параллельно с советизацией, - своеобразная музыкально-экологическая катастрофа. Удалось почти разрушить богатые и интереснейшие традиции Хорезма, Бухары и Азербайджана под видом создания якобы "профессиональной" композиторской школы. Как будто исполнители макомов и мугамов не настоящие профессионалы! Такое же пагубное влияние оказала киномузыка в Индии и Египте. Результат один и тот же - псевдофольклорный китч.

поколению молодых композиторов, которые хотят расширить ныне существующий звукоряд.

Поскольку клавесин не является столь распространенным инструментом на Руси, опыты возможны на хорошем синтезаторе или при помощи совершенной электронной аппаратуры.

Механическое деление современной хроматической гаммы на микроинтервалы (как это практиковал И.Вышнеградский) считаю порочным, как не соответствующее никакой акустической реалии.

Интересно заметить, что произведения Вышнеградского, написанные для струнных, звучат намного лучше, чем фортепианные. Это неудивительно, поскольку струнники, руководствуясь слухом, неточно интонируют заданные интервалы. При построении любого нового звукоряда надо всегда опираться на слух.

7.2.1. Строй

Конвенция $A = 440$ Hz существует относительно недавно. В старину высота строя могла различаться на кварту или квинту в зависимости от органа или города (от 327 до 506 Hz).

В Германии во времена Баха в пределах одного города существовало три строя: Chorton (на этой высоте настраивался орган), Kammerton (на тон ниже) для инструментальной музыки и Tief Kammerton (на полтора тона ниже). Критерием служили tessitura голосов и конструкция деревянных духовых инструментов (флейты и гобои могли иметь $A = 408 \text{ Hz}$).

Понятия об абсолютной высоте звука не существовало. То, что мы называем "абсолютным" слухом, в этой ситуации не имеет никакого смысла.

Строй определялся из взаимоотношений интервалов (пропорций), определяющих гамму. При двух одинаковых A пифагорейская гамма, например, звучит "ниже" мезотонической. Если понижали C -dur на полтона, он оставался C -dur'ом, поскольку C -dur'ная гамма отличалась от H -dur'ной.

Отправной точкой для настройки, как правило, была нота C , иногда F и G .

Разумеется, системы можно было транспонировать либо in F , либо in G , что меняло общую картину.

При настройке клавесина нужно находить такую зону, при которой инструмент будет звучать выигрышно. При слишком высоком строе клавесин становится крикливым. Чтобы строй "держался", надо также учитывать температуру помещения.

7.2.2. Оркестровый строй

Центром барочного оркестра был клавесин как носитель гармонической структуры, дающий ритмический импульс. Тем самым он заменял дирижера. Струнные настраивались, исходя из квинт клавесина. Современные струнники не любят этого делать, поскольку им приходится при этом менять некоторые привычки.

Натуральные трубы составляют исключение, поскольку их звукоряд основан на обертоновой шкале. Проблему составляют 7, 11 и 13 обертоны, т.е. B (слишком низкий), F (где-то между F и Fis) и не чистый A . На старинных трубах существовало отверстие, которое затыкалось большим пальцем. Это повышало весь звукоряд на кварту вверх, что позволяло избегать проблематичных звуков.

Harponcourt тем не менее замечает, что если в тексте упоминаются силы зла или какие-либо ужасы, то Бах нарочито употребляет звуки B , F , и A . По-видимому, Бах хотел, чтобы эти ноты звучали грязно.

Проблема поперечной барочной флейты стоит особо. Частотная кривая этой флейты приближается к системам Кирнбергера (3), Веркмайстера (3), Рамо и Валотти. Полутон F — Fis очень узкий. Наилучшие

тональности H-moll и D-dur. Игра с клавесином, настроенным равномерно, невозможна, т.к. производит невообразимую фальшь. В случае H-moll'ной сюиты или Пятого Брандербургского концерта строй оркестра должен быть приспособлен к строю флейты.

7.3.1. Что теперь?

Разумеется, современные органы перестраивать не следует, поскольку они были задуманы как равномерные. Применять старинные системы необходимо лишь при реставрации исторических инструментов, исходя из их частотных характеристик.

При реставрации органа в церкви Marktkirche в Халле органист Фогель (Harald Vogel) смог восстановить первоначальную темперацию (1664). Она основана на 1/5 ПК. Привожу эту систему в приложении. Она вполне пригодна для всей северогерманской школы. Я пользовался ею, например, для исполнения клавирных сюит Генделя.

Впоследствии, по заказу Фогеля был построен орган при университете Стэнфорд (США). Было добавлено 5 труб на октаву, что давало возможность играть в двух температурах, мезотонической и оригинальной.

7.3.2. Интересны попытки современных авторов найти идеальную настройку для ХТК.

Барнес (Barnes, 1979) статистическим методом составил иерархическую шкалу всех употребляемых интервалов. Методы структурализма мне кажутся более чем сомнительными по отношению к баховской музыке.

Гораздо более ценный вклад внес Кельнер (H.A. Kellner). Он считает, что Веркмайстер не довел свои системы до логического завершения и что 3-я система Кирнбергера хромает из-за присутствия чистой терции.

Система Кельнера основывается на следующих принципах: абсолютно чистые октавы; присутствие определенного количества чистых квинт; некоторые терции приближаются к натуральным (F, C, G, и D); невозможность увеличенных квинт, а также уменьшенных терций; как можно более ровная последовательность тонов (но не полутонов), что автор считает необходимым для мелодической структуры некоторых фуг (критерием является первая фуга из I тома). C-dur'ное трезвучие темперруется таким образом, чтобы квинта и терция бились с одинаковой скоростью, что придает ему очень теплое звучание.

Это возможно при темперации на 1/5 ПК. Этот принцип известен, начиная с XVII в., под названием "trias

harmonica". Следует поздравить автора с удачей. При такой настройке ХТК звучит особенно прекрасно.

7.3.3. Как настраивать клавесин при эклектичной программе?

Оптимальный вариант — игра на двух или трех клавесинах, настроенных по-разному. Прошу не смеяться! Мне посчастливилось дать такой концерт в Нюрнберге в музее музыкальных инструментов, где находится удивительная коллекция оригинальных клавесинов. Играл я на трех: итальянском 1620 г., фламандском (Rückers) и немецком конца XVIII века.

Многие лютнисты в своих сольных концертах пользуются 6 — 7 инструментами, настроенными по-разному, что дает им возможность охватить самый широкий репертуар.

Если вернуться к реальности, при записи на компакт-диск вполне возможно перестраивать инструмент.

В концертной практике не следует все же составлять слишком эклектичные программы. Например, программа, состоящая из пьес XVI в. и музыки Гайдна, вряд ли целесообразна. Поскольку темперация находится на службе у музыки, а не наоборот, надо исходить из следующих соображений: в каждой

программе существует "коронный номер", к нему и следует приспособиться: в программе, состоящей из произведений разных эпох, разумеется, надо ориентироваться на более позднее.

Тем не менее, даже настраивая клавесин мезотонически, можно составить достаточно разнообразную программу.

7.3.4. Какие же практические советы дать желающим забрести в эту благоухающую рощу?

Желательно иметь камертон *in C*, поскольку настройка почти всех старинных систем начинается с этой ноты.

В последние годы появились электронные приборы для настройки, позволяющие программировать любые отклонения в центах. На первых порах лучше к этому не прибегать, дабы воспитать свой слух и приобрести самому соответствующие навыки.

В начале составляется так называемая "партитура", т.е. настраиваются лишь две средние октавы. Проверив все аккорды, можно уже настраивать и все остальное по октавам, сначала вниз, а затем вверх (проверяя при этом квинты). При расположении квинты снизу и кварты сверху эти интервалы должны биться (или не биться) одинаково.

Наш слух настолько испорчен, что чистая терция сначала покажется странной и даже фальшивой!

При составлении системы проверка аккордов недостаточна. Надо тут же выяснить, к какому типу музыки она подходит.

Самое простое — начать с "истинной интонации", поскольку ничего темперировать не надо.

По тем же причинам легко перейти к 1-й системе Кирнбергера. Далее можно заняться 2-й системой Кирнбергера, где перестраивается лишь А, который должен разделить пополам пространство D—E.

Это первый, наипростейший опыт темперации.

3-я система Кирнбергера требует уже больше внимания, поскольку темперированы уже четыре квинты, исходя из чистой терции C—E. Квинта D—A должна биться в два раза медленнее, чем та же квинта во 2-й системе Кирнбергера.

Совсем просто потом перейти к мезотонической системе. Достаточно от уже темперированных квинт настроить нужные терции вверх или вниз. Остальные квинты автоматически уменьшаются на $1/4$ СК. Появляется "волк".

Отсюда можно совершать экскурсии в сторону французских систем.

Так же следует поступать при освоении систем, имеющих пифагорейское происхождение. Надо начинать с $1/2$ ПК (2 квинты), потом $1/3$ ПК (3 квинты) и т.д.

Если темперированные квинты разбросаны, это не беда. Например, в 3-й системе Веркмайстера имеются 4 квинты, темперированные на $1/4$ ПК на C, G, D и H. Следует сначала настроить чистые квинты от C вниз до E, затем темперировать 4 квинты вверх от C. После этого надо перестроить квинту A—E в чистую. Темперированная квинта автоматически перемещается на следующую. Можно таким образом передвигать темперированные квинты на любое место.

Освоив все это, можно уже предаваться любым изыскам.

Если при исполнении музыки обнаружится слишком скверный интервал или аккорд, это всегда можно исправить, учитывая, что придется за это расплачиваться где-то в другом месте. Поэтому полезно делать предварительный гармонический анализ произведения.

Перед настройкой хорошо занести на бумагу необходимый маршрут.

Шифровки, данные в приложении, должны помочь реализации любой системы.

В этой работе я постарался в наиболее сжатой форме изложить основные исторические этапы темперации. Для желающих расширить свои знания прилагается достаточно объемная библиография.

ИСТОЧНИКИ

I. Старинные трактаты³³

D' Alembert, *Eléments de Musique Theorique et Pratique selon les principes de M.Rameau* (1752), Reprint Slatkine, Genève.

Aron, Pietro, *Toscanella in Musica* (1523), Fac-simile Forni, Bologna.

Bach, K.P.E., *Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen* (1753), Breitkopf und Hartel, 1957, 1969.

Bedos de Celles, *L'art du facteur d'orgues* (1766), Fac-simile Bärenreiter, Kassel.

Bermudo, Juan, *Declaracion de instrumentos musicales* (1555), Fac-simile (Kastner) Bärenreiter, Kassel, 1957.

³³ Привожу только те, которые переизданы в наше время.

Descartes, René, *Abrégé de Musique*, Compendium Musicae. (Buzon) PUF coll. Epiméthée, Paris, 1987.

Galilei, Vincenzo, *Fronimo dialogo... nel quale si contengono le vere et necessarie regole del involature la musica nel liuto...* (1568), Reprint Forni, Bologna.

Glarean, H., *Dodecachordon* (1547), (перевод на англ.) American Institute of Musicology, Roma, 1965.

Kirnberger, J.P., *Die Kunst des reinen Satzes in der Musik* (1771 - 1777), Reprint Olms, Hildesheim, 1968.

Mersenne, *Harmonie Universelle* (1636), Reprint CNRS, Paris, 1975.

Praetorius, M., *Syntagma musicum* (1619), Bärenreiter, Kassel, 1958.

Salinas, *De musica libri septem* (1577), Fac-simile (Kastner) Bärenreiter, Kassel, 1958; (перевод на исп.) Alpuerto, Madrid, 1983.

Vicentino, N., *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* (1555), Fac-simile (Lowinsky) Bärenreiter, Kassel, 1959.

Werckmeister, *Musikalische Temperatur* (1691), The Diapason Press (Rasch), Utrecht, 1983.

Werckmeister, *Orgel-Probe* (1681), (перевод на англ.) Sunbury Press, Raleigh, 1976.

II. Современные труды

Asselin, P.Y., *Musique et Tempérament*, Costallat, Paris, 1985.

Чрезвычайно полезный труд содержащий элементы акустики, описание главных систем и способов их реализации. Многочисленные наглядные таблицы.

Barbieri, P., *Acustica, accordatura e temperamento nell'illuminismo veneto*, Istituto di Paleografia Musicale, Torre d'Orfeo, Roma, 1987.

Специалист по старинным итальянским темперациям и связанным с ними акустическим проблемам. Большие выдержки из старинных трактатов.

Barbour, J.M., *Tuning and Temperament. A historical survey* (1951), Da Capo Press, New York, 1972.

Первый автор, который заинтересовался старинными темперациями. Работа носит энциклопедический характер. Автор чистосердечно признается, что сам эти системы никогда не слышал (Sic!). Скверная привычка, свойственная некоторым музыковедам.

Bosquet, Jean. *Histoire et représentation synthétique des Tempéraments musicaux*, (в печати) Bruxelles.

Синтетическое видение проблем темперации. Автор достаточно универсален, чтобы включить в свой анализ восточные системы, а также проблемы, связанные с современной музыкой.

Cantagrel, G., *Bach et son Temps*, Coll. Pluriel, Hachette, Paris, 1982.

Сборник документов (Bach-Dokumente).

Cordier, S., *Piano bien tempéré et justesse orchestrale*, Buchet-Chastel, 1982.

Dahlhaus, C., *Untersuchungen über die Entstehung der harmonischen Tonalität*, Bärenreiter, Kassel, 1967.

Существует перевод на французский.

Devie, D., *Le tempérament musical*, Société de Musicologie de Languedoc, Béziers, 1990.

Энциклопедический труд посвященный старинным темперациям. Страдает, однако, полемическим характером и некоторым субъективизмом, имеющим претензию на философию.

Harnoncourt, N., *Musik als Klangrede wege zu einem neuen Musikverständnis*, Residenz Verlag, Salzburg-Wien, 1982.

В книге освещаются все аспекты, связанные с исполнением старинной музыки. Существует перевод на французский.

Jorgensen, O., *Tuning The Historical Temperaments by Ear*, The Nort. Michigan Univ. Press, Marquette, 1977.

Полное описание различных систем. Главное достоинство книги состоит в способах практической реализации систем, основанных на слуховых критериях (окраска интервалов при сравнительном биении).

Kellner, H.A., *Wie stimme ich selbst mein Cembalo?* Frankfurt/Main, 1979.

Автор также многих публикаций в различных музыковедческих сборниках. Специализировался на проблеме баховской темперации.

Klop, G.C., *Harpsichord Tuning*, Garderen, 1974.

Lester, Joël, *Between modes and keys. German theory 1592 - 1802*, Pendragon, Stuyvesant, 1989.

Lindley, M., *Luth, Viols and Temperament*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1985.

Lowinsky, E., *Tonality and Atonality in Sixteenth Century Music*, University of California Press, Los Angeles, 1962.

Pesce, Dolores, *The Affinities and Medieval Transposition*, Indiana Univ. Press, Indianapolis, 1987.

Rasch, R., *Does "Well-Tempered" mean "Equal-Tempered"? Bach, Händel, Scarlatti, Peter Williams*, Cambridge Univ. Press, 1985.

Самый яркий представитель т.н. "генералистов". Книга содержит глубокий анализ немецких систем.

См. также прекрасные статьи в последнем издании "The New Grove Dictionary of Music and Musicians".

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблицы температур

Из приведенных ниже таблиц читатель поймет, что происходит с интервалами при разных температурах. Эти таблицы могут служить практическим руководством для настройки.

Вид таблиц может напугать. На самом деле, ничего хитрого в них нет:

первый ряд - квинты; второй - большие терции; третий - малые терции.

0 - чистый интервал; 1 - интервал, увеличенный на 1 комму; -1 - интервал, уменьшенный на 1 комму.

Поскольку встречаются два типа комм, то предлагаю следующую таблицу конверсий:

Деления	ПК	СК
1/2	0,55	0,50
1/3	0,366	0,333
1/4	0,275	0,25
1/5	0,22	0,20
1/6	0,1833	0,1666
1/7	0,157	0,142
1/8	0,1375	0,125
1/9	0,122	0,111
1/10	0,11	0,10
1/11	0,10	0,0909
1/12	0,0909	0,0833

В равномерной темперации:

все квинты темперированы на -0,09;

все б. терции темперированы на 0,64;

все м. терции темперированы на -0,73.

0,09 может также обозначать присутствие схизмы.

Внимание! Если интервалы имеют одинаковые числовые обозначения, то это вовсе не значит, что они быются с одинаковой скоростью, но означает, что они имеют сходную окраску. Это может быть полезным при проверке правильности настройки.

Pietro Aron (1523) 1/4 СК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	1,66
0	0	0	0	0	0	0	0	1,91	1,91	1,91	1,91
-2,16	-2,16	-2,16	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25

Lambert-Chaumont (1695)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0,20	0,20	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0,76
0,90	0,45	0	0	0	0	0	0	1,01	1,46	1,91	1,91
-1,26	-1,71	-2,16	-1,15	-0,70	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25

Rameau (1726)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0,35	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0	0	0	0,31
0,60	0	0	0	0	0,25	0,50	0,75	1,31	1,66	1,41	1,16
-1,31	-1,66	-1,41	-0,85	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,50	-0,75	-1,00

Marpurg (1756)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0,35	-0,10	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,10	0	0,51
0,75	0,15	0	0	0	0	0,15	0,40	1,16	1,76	1,76	1,51
-1,41	-1,86	-1,76	-1	-0,40	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,40	-0,65

D'Alembert (1752)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0,10	0,10	0,10	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,20	-0,20	-0,20	-0,10	0,31
1,05	0,70	0,35	0	0,05	0,10	0,15	0,30	0,81	1,11	1,41	1,61
-1,01	-1,31	-1,51	-1,30	-0,95	-0,60	-0,25	-0,25	-0,30	-0,35	-0,40	-0,50

1/5 CK, XVI - XVII BB.

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	1,11
0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,51	1,51	1,51	1,51
-1,71	-1,71	-1,71	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40

Salinas 1/3 CK (1577)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	2,57
-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	2,58	2,58	2,58	2,58
-2,91	-2,91	-2,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zarlino 2/7 CK (1558)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	-0,28	2,05
-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	2,19	2,19	2,19	2,19
-2,48	-2,48	-2,48	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14

Schlick (1511)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,10	-0,10	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,10	-0,10	0,35	0,16
0,40	0,30	0,30	0,20	0,20	0,30	0,40	0,95	1,31	1,31	1,31	0,76
-1,41	-1,41	-0,96	-0,60	-0,50	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,50	-0,60	-1,15

Werckmeister III 1/4 PK (1691)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,27	-0,27	-0,27	0	0	-0,27	0	0	0
0,73	0,45	0,18	0,18	0,45	0,45	0,73	0,73	0,73	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-0,73	-0,45	-0,18	-0,45	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73

Werckmeister IV 1/3 PK

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0,36	-0,36	0	-0,36	0	-0,36	0	-0,36	0	-0,36	0	0,36
0,64	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1	1,36	1,36	1,36
-1	-1,73	-1,36	-1	-0,27	-0,64	-0,27	-0,64	-0,27	-0,64	-0,27	-0,64

Werckmeister V 1/4 PK

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	-0,27	0	0	-0,27	-0,27	0	0	-0,27	-0,27	0,27
0,73	0,73	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,73	0,73	1	1
-0,73	-1	-1,27	-0,73	-0,73	-0,73	-0,72	-0,45	-0,45	-0,73	-0,73	-0,46

Werckmeister VI 1/7 PK

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	-0,15	0	-0,15	-0,62	0,15	0	0	-0,15	-0,31	0	0,15
0,69	0,07	0,38	0,38	0,53	1	0,53	0,53	0,69	0,84	1	1
-0,84	-1,16	-1	-0,84	-0,69	-0,22	-0,38	-0,53	-1,16	-0,84	-0,53	-0,53

Bendeler I 1/3 PK (1690)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,36	-0,36	0	0	0	-0,36	0	0	0
0,64	0,27	0,27	0,27	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-0,64	-0,27	-0,27	-0,64	-1	-0,64	-0,64	-0,64

Sorge I (1744) 1/4 PK

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,27	-0,27	-0,27	-0,27	0	0	0	0	0
0,73	0,45	0,18	-0,09	0,18	0,45	0,73	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-0,73	-0,45	-0,18	-0,18	-0,45	-0,73	-1	-1

Sorge II (1758) 1/6 - 1/12 ПК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,09	-0,09	0	-0,18	-0,18	-0,18	-0,09	0	-0,09	-0,09	0	-0,09
0,64	0,54	0,45	0,36	0,54	0,64	0,73	0,82	0,73	0,73	0,73	0,73
-0,82	-0,82	-0,73	-0,82	-0,73	-0,63	-0,45	-0,54	-0,73	-0,82	-0,82	-0,82

Neidhardt III 1/4 - 1/6 - 1/12 ПК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,09	0	0	-0,18	-0,18	-0,27	-0,27	0	0	-0,09	0	0
0,73	0,64	0,36	0,09	0,27	0,46	0,64	0,91	0,91	0,82	0,91	0,91
-0,91	-0,91	-0,91	-0,91	-0,82	-0,64	-0,36	-0,27	-0,46	-0,73	-0,91	-0,91

Zarlino (Истинная интонация) (1558)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	1,91
0	0	0	0	0	0	0	0	1,91	1,91	1,91	1,91
-1,91	-2,91	-1,91	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0

Kimberger I (1760)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-0,09	0	0
1	1	0	0	0	0	0,91	0,91	0,91	0,91	1	1
-0,91	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-0,91	-0,91

Kimberger II (1760) 1/2 СК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	0	0	-0,50	-0,50	0	0	-0,09	0	0
1	1	0,50	0	0	0	0,41	0,91	0,91	0,91	1	1
-0,91	-1	-1	-1	-1	-1	-0,50	0	0	-0,50	-0,91	-0,91

Kimberger III (1779) 1/4 СК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0	0	-0,09	0	0
0,75	0,50	0,25	0	0,25	0,50	0,66	0,91	0,91	0,91	1	1
-0,91	-1	-1	-1	-0,75	-0,50	-0,25	-0,25	-0,50	-0,75	-0,91	-0,91

Stanhope (1806) 1/3 СК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,04	0	0	0	-0,33	-0,33	-0,33	0	-0,04	0	0	0
0,95	0,67	0,33	0	0	0,29	0,62	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
-1	-0,95	-0,95	-0,95	-1	-0,67	-0,33	0	-0,33	-0,62	-0,95	-0,95

Vallotti (1770) 1/6 ПК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	0	0	0	0
0,64	0,46	0,27	0,27	0,27	0,46	0,64	0,82	1	1	1	0,82
-1	-1	-1	-0,82	-0,64	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,64	-0,82	-1

Barca (1802) 1/6 СК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,01	-0,01	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,16	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
0,64	0,49	0,33	0,33	0,33	0,49	0,64	0,79	0,94	0,94	0,94	0,79
-0,95	-0,95	-0,95	-0,80	-0,65	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,65	-0,80	-0,95

Young I (1800) 1/6 ПК 1/12 СК

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	-0,08	-0,08	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,08	-0,08	0	0	0
0,64	0,45	0,35	0,25	0,35	0,45	0,64	0,83	0,91	1	0,91	0,83
-1	-1	-0,91	-0,83	-0,64	-0,54	-0,44	-0,44	-0,54	-0,64	-0,83	-0,91

Young II 1/6 PK

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	0	0	0
0,82	0,64	0,46	0,27	0,27	0,27	0,46	0,64	0,82	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-0,82	-0,64	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,64	-0,82

Bruder (1829)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,13	-0,13	-0,13	-0,09	-0,09	-0,32	-0,32	-0,09	0,13	0,37	-0,13	-0,13
0,49	0,54	0,36	0,17	0,17	0,40	1,10	1,29	1,25	0,97	0,46	0,45
-1,11	-0,60	-0,59	-0,58	-0,63	-0,68	-0,49	-0,26	-0,26	-0,72	-1,42	-1,38

Sievers (1868)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	0	0	0	0
0,78	0,56	0,35	0,13	0,13	0,35	0,56	0,78	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-0,78	-0,56	-0,35	-0,35	-0,35	-0,56	-0,78	-1

Hamel (1849)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,10	-0,09	-0,12	-0,12	-0,13	-0,13	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06	-0,09	-0,09
0,57	0,54	0,50	0,57	0,64	0,71	0,78	0,74	0,70	0,66	0,63	0,60
-0,76	-0,72	-0,72	-0,69	-0,67	-0,63	-0,62	-0,69	-0,77	-0,84	-0,83	-0,79

De Lorenzi (1870)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
-0,04	-0,04	-0,04	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09	-0,08
0,75	0,67	0,58	0,50	0,52	0,55	0,57	0,61	0,63	0,69	0,75	0,80
-0,73	-0,79	-0,84	-0,88	-0,79	-0,71	-0,62	-0,62	-0,65	-0,67	-0,70	-0,71

Vogel 1/5 PK

	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	0	0,22	-0,22	0
0,78	0,56	0,12	0,12	0,12	0,34	0,78	0,78	1,01	1,01	1,01	1,01
-1,01	-0,79	-1,23	-1	-0,78	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,56	-1	-1

Kellner (1982)

Es	B	F	C	G	D	A	E	H	Fis	Cis	Gis
0	0	0	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	0	-0,21	0	0	0
0,78	0,56	0,35	0,13	0,35	0,35	0,56	0,78	0,78	1	1	1
-1	-1	-1	-1	-0,78	-0,56	-0,35	-0,35	-0,56	-0,56	-0,78	-0,78

Таблица отклонений хроматических гамм по отношению к равномерной темперации (нулевой).

Отклонения выражены в центах. Эти отклонения можно программировать при электронном настройщике.

	C	Cis	D	Es	E	F	Fis	G	Gis	A	B	H
Пиф.	-6	-15,5	-2	-12	2	-8	-17,5	-4	-14	0	-10	4
Mes.	10	-14	3	20	-3	14	-10	7	-17	0	17	-7
Lambert	10	-14	3	-1	-3	14	-10	7	-17	0	6	-7
Rameau	10	3	3	15	-3	14	-7,5	7	10	0	17	-7
Marpurg	10	-5,5	3	4	-3	14	-10	7	-1	0	9	-7
D'Alembert	10	-3	3	0,5	-3	7	-3	7	-3	0	4	-3
1/5 СК	7	-9	2	14	-2	9	-7	5	-12	0	12	-5
1/6 СК	5	-6,5	1,5	10	-1,5	6,5	-5	3	-8	0	8	-3
1/3 СК	15,5	-21	5	31	-5	21	-15,5	10,5	-26	0	26	-10,5
2/7 СК	12,5	-17	4	25	-4	17	-12,5	8,5	-21	0	21	-8,5
Schlick	7	-5	2,5	10	-2	9,5	-5	5	4,5	0	9,5	-4,5
Werck III	12	2	4	6	2	10	0	8	4	0	8	4
Werck IV	10	-8	6	4	2	8	-2	4	-6	0	14	-4
Werck V	0	-4	4	0	-4	4	0	2	-8	0	2	-2
Werck VI	7	-2	-5	5	2	5	2	6	0	0	7	4
Beneder	10	0	-2	4	2	8	-2	4	2	0	6	4
Sorge I	12	2	4	6	-4	10	0	8	4	0	8	-2
Sorge II	6	2	2	4	0	4	2	4	4	0	4	2
Zarlino	16	-14,5	19,5	31	2	14	6	17,5	-12	0	33	4
Kim I	16	6	19,5	10	2	14	6	17,5	8	0	12	4
Kim II	5	-5	9	-1	-9	3	-5	7	-3	0	1	-7
Kim III	10	1	3	4	-3	8	1	7	2	0	6	-2
Stanhope	8,5	0	5	3,5	-5	6,5	-2	10	1,5	0	4,5	-3
Vallotti	6	0	2	4	-2	8	-2	4	2	0	6	-4
Barca	5	-3	2	1	-2	3	-5	3	-1	0	1	-3
Young I	6	0	2	4	-2	6	-2	4	2	0	6	-2
Young II	6	-4	2	0	-2	4	-6	4	-2	0	2	-4
Bruder	5	10	5	8	-5	6	0	5	9	0	7	-5
Sievers	8	-1,5	3	2	-3	6	-3,5	5,5	0,5	0	4	-5,5
Hamel	2	3	1	3	1	3	2,5	2	3	0	3	2
De Lorenzi	2	-1	1	-1	-1	1	-1	1,5	-1	0	0	-1
Vogel	8	3	3	2	-3	11	-3,5	5,5	0	0	4	-5,5
Kellner	8	-1,5	3	2	-3	6	-3,5	5,5	0,5	0	4	-1
	C	Cis	D	Es	E	F	Fis	G	Gis	A	B	H

Таблица интервалов

Таблица интервалов, пифагорейских (P) и натуральных (Царлино - Z).
 Во втором столбце - название интервала. Третий соответствует способу воспроизводства данного интервала при помощи натуральных интервалов, например: 4K/2O означает 4 квинты вверх, 2 октавы вниз = пифагорейская терция.
 В четвертом столбце стоимость в центах (округленно).
 В современной темперации квинта имеет 700 ц.; б. терция - 400 ц. м. терция - 300 ц.

Z	Схизма	His	T8K/5O	2
Z	Диасхизма	D bb	110/2T4K	20
Z	СК	C	4K/3TO	22
P	ПК	His	12K/7O	24
Z	Энгармоническая комма	D bb	O/3T	41
Z	Узкий полутон	Cis	2T/K	71
P	Лимма	Des	3O/5K	90
Z	Широкий полутон	Cis	T3K/2O	92
Z	17-й обертон	Des		105
Z	Истинный полутон	Des	O/TK	112
P	Аптома	Cis	7K/4O	114
Z	Истинный малый тон	D	TO/2K	182,5
P	Малый тон	E bb	6O/1OK	183
P	Большой тон	D	2K/O	204
P	Малая терция	Es	2O/3K	294
Z	19-й обертон	Es		298
Z	Истинная малая терция	Es	K/T	316
P	Хорошая малая терция	Dis	9K/5O	318,5
P	Хорошая большая терция	Fes	4O/8K	384
Z	5-й обертон	E	T	386
P	Пиф. терция	E	4K/2O	408
P	Пиф. кварта	F	O/K	498
Z	11-й обертон	F (?)		551
P	Низкая квинта	A bb	13K/7O	678,5
Z	Низкая квинта	G	T2O/3K	680,5
P	3-й обертон, чистая квинта	G		702
Z	Малая секста	As	O/T	814
P	Малая пиф. секста	Gis	8K/3O	816
Z	13-й обертон	As		840,5
Z	Истинная большая секста	A	T/K	884
P	Пиф. большая секста	A	3K/O	906
Z	7-й обертон	B (?)		969
P	Малая пиф. септима	B	2O/2K	996
Z	15-й обертон (чистая септима)	H	TK	1088
Z	2-й обертон (октава)	C		1200

Книжное издание

Андрей Михайлович Волконский
ОСНОВЫ ТЕМПЕРАЦИИ

Форм. бум. 60x90¹/₁₆.
Печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 6,6.

Издательское объединение "Композитор",
103006, Москва К-6, Садовая-Триумфальная ул., 14-12.