

## ЭЛЕКТРОННАЯ НАСТРОЙКА ФОРТЕПИАНО

Проблема получения хорошей темперации всегда была и остается актуальной для фортепианных мастеров, особенно — для начинающих входить в эту профессию. Освоение исторически сложившихся методов настройки — по биениям в консонансах — требует от новичка значительных затрат времени и сил, умение быстро и точно «сделать темперацию» оттачивается годами тренировок и практики. Пришедшие во второй половине XX века на смену классическим кварто-квинтовым схемам новые методы темперации с использованием терций и секст повысили точность настройки, но трудоемкость их освоения осталась прежней.

Многим настройщикам приходила в голову мысль о некоем техническом средстве, способном помочь в решении проблемы темперации. С эпохи Марена Мерсенна (XVII в) и до недавнего времени суть равномерно-темперированного строя представлялась в виде набора 12 звуков с отношением частот соседних тонов, равным корню 12-й степени из 2 ( $= 1,059463\dots$ ). Поэтому закономерно родилась идея создания набора из 12 генераторов образцовых частот, соответствующих математическим номиналам РТС.

Первые такие приборы, называемые ныне тюнерами, появились еще в 30-х годах XX века. Но это были громоздкие, дорогие и малодоступные аппараты на электронных лампах. Серийно они не производились и настройщикам практически не были известны. Лишь в 80-е годы с развитием микроэлектроники появились компактные недорогие тюнеры, которые можно было положить в рабочий чемоданчик настройщика. Эти приборы были способны с довольно высокой точностью определять частоту основного тона звука. Особенно удобными и более точными оказались приборы со стробоскопической индикацией настройки типа «бегущие огни». Тюнеры со стрелочной индикацией им в этом отношении уступают. Такие тюнеры и сейчас отлично служат в качестве прецизионного температурно-стабильного камертона, они, как правило, способны не только анализировать, но и издавать звуки всех 12 тонов хроматической гаммы, да еще и с возможностью перестройки стандарта частоты *ля*<sup>1</sup> в диапазоне примерно от 430 до 450 Гц.

Поначалу многим казалось, что с появлением этих приборов проблема темперации, да и настройки в целом, решена. Но вскоре выяснилось, что это совсем не так, что темперация, выстроенная по такому тюнеру, высоким качеством не обладает. Причина этого была в том, что *строй фортепиано ни в какой степени не определяется соотношением частот основных тонов его звуков*, как ни странно это звучит на первый взгляд. Как РТС, так и любая другая темперация определяется соотношением частот только *высоких частичных тонов звуков*, — главным образом, со второго по пятый: именно эти обертоны определяют частоты основных биений в квинтах, квартках, терциях и секстах. В силу негармоничности колебаний фортепианных струн частоты обертонов не точно кратны частотам основных тонов, мера завышения обертонов разная для разных звуков одного инструмента и для одинаковых звуков разных фортепиано. А простые тюнеры эти обертоны принципиально «не слышат». Их электронные «уши» отсеивают в воспринимаемом звуке всю верхушку спектра и определяют только частоту основного тона. Поэтому безупречная на слух темперация оценивается таким тюнером как посредственная, а темперация, идеально выстроенная по

такому тюнеру, на слух будет звучать неважно (проверено многократно на нескольких моделях тюнеров первого поколения).

В начале 90-х годов стали появляться более сложные тюнеры, в которые были «защиты» помимо РТС также и некоторые старинные температуры, появилась возможность программировать собственные неравномерные температуры владельца, но принцип анализа звука оставался тем же. Лишь в самых продвинутых моделях тюнеров этого времени уже были заложены некоторые корректировки, учитывающие среднестатистическую негармоничность струн отдельных моделей или типоразмеров фортепиано, что позволило в какой-то мере (но далеко не радикально) повысить качество получаемых по тюнеру настроек.

Принципиально новая эпоха в этом вопросе наступила в самом конце 90-х годов. Тюнеры нового поколения (теперь это уже не только и даже не столько автономные приборы, но чаще — компьютерные программы) научились, наконец, анализировать **спектры** звуков, оценивать меру негармоничности колебаний струн *данного конкретного инструмента* и, соответственно результатам анализа, корректировать частоту всех звуков при настройке. Теоретически, по такому тюнеру (или компьютеру с соответствующей программой) можно настроить фортепиано, вовсе не слушая его звучания, а *только глядя на экран дисплея*. При этом даже не возбраняется одновременно слушать через наушники свою любимую музыку. Качество же полученной температуры и настройки оказывается, правда, все еще не блестящим, но уже заметно более приемлемым.

К настоящему времени наибольшее распространение получили три настроечных программы: Verituner, RCT (Reyburn Cyber Tuner) и TuneLab. Судя по имеющейся у меня информации, все три программы функционально схожи между собой и работают практически одинаково, различаясь, по сути, только дизайном интерфейса. Поскольку в моем распоряжении имеется только TuneLab (далее — ТЛ), расскажу о работе именно с ней.

Работа с ТЛ и с ее конкурентами начинается с проигрывания нескольких звуков в полном диапазоне фортепиано (например, все восемь *ля*), спектр каждого звука программно анализируется, вычисляется мера негармоничности каждого из сыгранных звуков, вычисленные значения интер- и экстраполируются на все остальные звуки инструмента и, наконец, на основании полученных данных вычисляется таблица коррекции настраиваемых тонов (не обязательно основных), для всех звуков. Результат всех вычислений в графической форме выводится на экран — график выглядит как кривая Рейлсбека, оптимизированная для данного фортепиано. Если вид этой кривой чем-то не устраивает настройщика, ее можно в некоторых пределах корректировать. Есть также возможность выбора определенных частичных тонов, в которых при настройке будет получен ноль биений — в октавах или квинтах.

А дальше можно настраивать звуки фортепиано в любом удобном для настройщика порядке — снизу вверх, сверху вниз, из середины к краям — кому как больше нравится. В программе работают одновременно сразу три индикатора настройки: «бегущая лента» — фазовый дисплей (в «конкурентах» ТЛ — Verituner'е и RCT эта лента свернута в кольцо или круг), спектральный дисплей («потомок» стрелочного индикатора простых тюнеров, но гораздо более информативный) и «воротики» — индикатор точной настройки. Глядя на экран, просто устанавливаем колок в такое положение, чтобы «лента» остановилась, «стрелка» совместилась с нулевой красной линией частотной шкалы, а «воротики» закрылись. Если все это получилось, то стру-

настроена на рассчитанную программой частоту с точностью до 0,1 цента — более чем на порядок точнее допусков, принятых для качественной слуховой настройки. И можно при этом действительно ничего не слушать. Из слуховой работы на настройщика ложится только «чистка» унисонов.

Перечисленные программы обладают еще целым рядом полезных функций: можно сохранить результаты анализа звука данного инструмента и при следующей настройке этого или точно такого же инструмента их использовать, сэкономив время на новом анализе; можно «сфотографировать» уже имеющуюся настройку и также сохранить ее на будущее, воспользоваться набором прилагаемых исторических неравномерных температур или запрограммировать свою собственную, и многое другое.

Появление и последующее распространение этих и подобных им программ и автономных тюнеров вызвало оживленную дискуссию среди настройщиков: наш профессиональный мир раскололся на два лагеря. Представители первого — консерваторы-традиционалисты — продолжают работать по-прежнему «на слух» и считают, что как бы ни была хороша электроника, «на слух» все равно будет лучше и быстрее. Прогрессисты-тюнеристы убеждают себя и свою клиентуру в том, что лучше — будет только с «навороченным» тюнером или современной настроочной программой. И надо признать, что лагерь вторых активно пополняется, особенно молодежью, в то время как ряды первых постепенно редуют.

В последнем обстоятельстве нет ничего удивительного. Как бы страстно ни выступали представители старшего поколения фортепианных мастеров против применения этой техники, все больше и больше молодых людей, приходящих в нашу профессию, будут соблазняться возможностью приобрести прибор или программу к компьютеру-планшетнику, с помощью которых можно, как им кажется, запросто сделать высококачественную настройку, не тратя силы и время на освоение методов настройки на слух. Да и само наличие у мастера дорогого прибора или компьютера, на экране которого что-то там движется, рисуются малопонятные графики, добавляет настройщику «авторитета» в глазах не слишком компетентного клиента.

Противниками тюнеров часто высказывается аргумент о том, что обладание самым совершенным прибором не поможет новичку, не владеющему техникой работы настроочным ключом. Аргумент, увы, не состоятелен: эта техника не обязательно должна быть связана только со слухом, её можно выработать и в опоре на зрение, только глядя на дисплей. Вместо координации «ухо — рука» образуется координация «глаз — рука», и вторая может оказаться ничуть не хуже первой. Конечно, на выработку собственно техники работы ключом, умения чувствовать характер и поведение колка и прочие тонкости механической стороны работы настройщика неопиту придется потратить столько же времени и сил, как и при овладении традиционным слуховым способом настройки, но «ставить слух настройщика» ему уже как бы и не обязательно. На данный момент настройщик при наличии такого тюнера обязан слушать только унисоны при их выстраивании (остальные интервалы, как уже сказано, слушать не надо!). Думаю, что и эта последняя слуховая работа вскоре окажется настройщику не нужной: разработчики таких программ наверняка придумают, как можно встроить в подобный тюнер и функцию «чистки» унисонов.

Не считайте меня пессимистом: я хоть и принадлежу скорее к числу консерваторов, но я реалист. Лет пятьдесят назад уметь быстро считать в уме, на конторских счетах и логарифмической линейке было не только удобно, но даже престижно. Сей-

час подобное умение вызывает скорее недоумение, нежели восхищение окружающих: на самом простеньком калькуляторе самые сложные расчеты можно сделать в сотни раз быстрее и на несколько порядков точнее. Ситуация с тюнерами кажется во многом аналогичной (в действительности, только кажется, но об этом — дальше). И хотя ни один тюнер не даст настройщику выигрыша в точности и скорости настройки (по сравнению с настройкой на слух всегда будет все-таки проигрыш), тем не менее, число наших коллег, «делающих температуру» на слух, неизбежно будет постепенно сокращаться, а число пользователей современных тюнеров — расти. Как это ни грустно.

И все же, не будем унывать, а попробуем объективно разобраться в достоинствах и недостатках обоих методов темперирования и настройки в целом — слухового и электронно-тюнерного.

Если проанализировать алгоритм действий настройщика, работающего «на слух», и сравнить его с алгоритмом, заложенным в ТЛ с ее конкурентами, мы обнаружим принципиально разный подход к проблеме учета негармоничности и создания хорошего строя.

Настраивая «на слух», настройщик может и вовсе не догадываться даже о самом существовании негармоничности. Он ставит перед собой простую и ясную цель: добиться плавного изменения частот биений в хроматических последовательностях одноименных консонансов. Настройщик использует определенный набор приемов, ту или иную последовательность действий, ведущую *прямо и непосредственно к этой цели*. Каждый настраиваемый звук проверяется на соответствие критерию равномерности температуры в минимум трех-четырёх разных консонансах. И если частоты биений в последовательностях квинт, кварт, терций, секст и т. д. изменяются плавно, то цель достигнута, строй идеален, а негармоничность *учтена сама собой* по ходу дела.

Перед ТЛ и иже с нею разработчики ставили совершенно иную цель. Сначала измеряется негармоничность струн нескольких звуков, в совокупности охватывающих почти весь диапазон инструмента. В предположении о плавном изменении меры негармоничности по диапазону (вовсе не факт!) рассчитываются значения негармоничности для всех остальных звуков инструмента. Далее программа вычисляет, на какую частоту нужно будет настроить конкретный (выбранный заранее настройщиком или по умолчанию, т. е. по рекомендации авторов программы) обертон каждого звука, чтобы в определенных интервалах (также выбранных по произволу или умолчанию) совпали в точный унисон конкретно выбранные (так же) обертоны. Затем, при уже собственно настройке каждого тона ТЛ синтезирует «внутри себя» нужную частоту и показывает на экране отклонение частоты выбранного обертона настраиваемого звука от вычисленного «идеала» и момент их точного совпадения (если таковое будет достигнуто — тоже не факт).

Нетрудно заметить: *цель добиться плавного изменения частот биений в хроматических последовательностях одноименных консонансов, то есть получения равномерной температуры* в алгоритме этих программ **ВОВСЕ НЕ СТАВИТСЯ**. Частоты биений в квинтах, кварт, терциях и сектах в «поле зрения» программ просто не попадают.

Цель настройки у ТЛ совершенно иная, чем у настройки на слух. ТЛ «заботится» только о точном унисоне конкретных обертонов конкретного (выбранного авторами программы или самим настройщиком) единственного совершенного консонанса, в

молчаливом предположении, что все остальное (то есть собственно равномерность температуры) должно получиться само собой. Результат достижения этой цели хоть и близок к тому, которого добивается настройщик, работая «на слух», но *в принципе не совпадает с ним*. Завораживающая пользователей ТЛ и их клиентов точность настройки в 0,1 цента относится только к мере совпадения полученного строя с результатами компьютерных расчетов, но никак не со слуховым идеалом РТС.

Отсюда вывод: ожидаемой от ТЛ и прочих аппаратов и программ «идеальной» (именно для слуха!) настройки мы не добьемся, даже если сумеем точно остановить ленту фазового дисплея, совместить спектр-индикатор с нулевой линией и закрыть «воротики» для каждого звука настраиваемого инструмента. Главная причина этого — в вышеописанной подмене *цели* настройки, заложенной в алгоритме работы этих программ.

Дополнительно к этому неизбежно возникает некоторая неточность совпадения реально настроенной частоты с ее «идеальным», вычисленным программой значением. Здесь сказываются многие факторы: трение струн в аграфах, упругость колков и самих струн, неточности геометрии и физико-механических свойств струн и их опор и многое другое. При практической работе с ТЛ добиться строгого обнуления всех трех индикаторов удается редко, какие-то остаточные неточности возникают в большинстве настроенных струн, причем неточности с разным знаком. В итоге совпадение результата настройки даже с «идеалом» самой программы имеет точность, заметно меньшую той, что заявлена авторами программы. Несовпадение же со *слуховым идеалом* по критерию равномерности изменения частот биений в хроматических последовательностях одноименных консонансов в большинстве «тюнерных» настроек отчетливо заметно, особенно в наиболее чувствительной в этом отношении зоне — от верхнего участка большой до середины второй октав.

В конечном итоге качество настройки по ТЛ получается хоть и лучше, чем по тюнерам первого поколения, но до идеального уровня ему еще далеко. Что же касается скорости, то здесь применение ТЛ и ей подобных ведет к бесспорному проигрышу в сравнении с настройкой на слух. Предварительный анализ негармоничности занимает обычно около 5 минут (замечу, кстати: чем больше звуков будет проанализировано, тем точнее анализ, но и тем дольше он длится). Далее, уже в процессе собственно настройки тратится дополнительное время на манипуляции по управлению прибором. Я допускаю, что при длительной практике работы с этими программами можно будет свести эти дополнительные потери времени к минимуму, но вряд ли — к нулю.

С учетом всего сказанного я хочу предостеречь наших молодых коллег от излишнего увлечения тюнерной настройкой и призвать их к освоению современных методов настройки на слух: по-настоящему высокое качество строя фортепиано пока что достижимо только таким путем. Тем более, что и надежность настройки на слух гораздо выше компьютерной: слух настройщика всегда при нём, он не «зависнет» без видимых причин в самый неподходящий момент, и «батарейка» в нем не разрядится. (И кстати: успешно пользуясь простым тюнером в качестве электронного камертона, все же всегда имейте на всякий случай с собой старый добрый безотказный стальной камертон!)

Итак, ввиду выявленных органически свойственных ТЛ и ее конкурентам недостатков, надежды сторонников подобных программ настраивать точнее и быстрее, чем «по старинке», вряд ли оправдаются в обозримом будущем. Стоит ли делать из этого

вывод, что платить немалые деньги за лицензионный экземпляр программы (или скачивать из Интернета «халявный») нет никакого смысла? Ответу прямо: такой вывод делать не стоит, а смысл есть. И сразу по нескольким причинам.

Во-первых, эти программы предоставляют мастеру довольно интересную и вполне объективную информацию, как о настраиваемом инструменте (мера негармоничности, время затухания колебаний струн, спектральный состав звуков), так и о самом мастере: особенностях его слуха и координации между слухом и рукой на ключе (поработайте с ТЛ и сопоставьте то, что вы слышите, и то, что видите на дисплеях!). Эта информация может оказаться не только неожиданной, но и полезной для вас.

Во-вторых, есть все-таки в нашей работе моменты, в которых ТЛ может оказаться (и как правило, оказывается) точнее слуха настройщика – это прежде всего самые верхние дисканты. Здесь отсутствие обертонов (а значит и биений, даже в октавах) вынуждает настройщика пользоваться лишь мелодическим слухом для оценки величины интервалов. Мелодический же слух без опоры на биения в гармоническом звучании интервала дает заметно меньшую точность определения высоты звука. В случае нередкого у представителей нашей профессии ослабления с возрастом чувствительности слуха в области высоких частот, ТЛ сможет компенсировать этот недостаток. Помогает ТЛ и в работе со струнами, дающими собственные биения. Даже настройка унисонов в дискантовом участке диапазона с помощью ТЛ иногда может дать лучшие, чем на слух, результаты. И в крайних басах, особенно при настройке малогабаритных инструментов, ТЛ также может оказаться полезной и уберечь настройщика от грубых ошибок.

В-третьих, ТЛ может выделить настраиваемый звук на фоне мешающих шумов заметно лучше, чем слух настройщика. С нею можно успешно настраивать даже при работающем в соседней комнате перфораторе или пылесосе.

В-четвертых, при наличии ТЛ сведение в унисон двух или большего числа инструментов для фортепианного дуэта, трио и т. д. не составляет труда: достаточно хорошо настроить первый инструмент, «сфотографировать» его строй и просто воспроизвести его по индикаторам дисплеев на остальных инструментах. Высокое качество унисонов между разными инструментами будет обеспечено, что в такой ситуации бывает, как правило, важнее индивидуальной равномерности строя каждого из них.

В-пятых, в комплект поставки ТЛ входит более 70 разнообразных исторических неравномерных температур, и плюс к тому, можно конструировать собственные НРТС. Это не только дает владельцу программы шанс без особого труда познакомиться самому с этой terra incognita для большинства наших коллег, но и позволяет ему предоставить музыкантам — любителям аутентичного исполнения старинной музыки возможность наиболее полного воплощения их художественных замыслов.

Можно было бы подумать и о «в-шестых», «в-седьмых» и т. д., но и сказанного достаточно, чтобы прийти к очевидному выводу: иметь подобную программу фортепианному мастеру полезно. ТЛ и ей подобные — это не более чем один из рабочих инструментов фортепианного мастера, но инструмент достаточно совершенный и обладающий целым рядом очень интересных и полезных для мастера возможностей. Не стоит эти возможности переоценивать, но почему бы и не воспользоваться ими там, где это оправдано?

*Алматы, Монреаль, Торонто. Май – август 2013 г.*