

Д. А. БАЮК

ПОЛЕМИКА ВИНЧЕНЦО ГАЛИЛЕЯ И ДЖОЗЕФФО ЦАРЛИНО И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЯ

Независимо от того, соглашаемся ли мы с тем, что наука возникла лишь в XVII в., или утверждаем, что она существовала и раньше, мы должны признать, что на протяжении XVI—XVII вв. в структуре человеческого знания происходили значительные перемены, которые радикально преобразовали представления человечества о мире. Эти перемены поистине универсальны по своим масштабам; они охватывают все аспекты человеческой мысли: религию, философию, художественную литературу, живопись, космогонию и пр.

Вместе с тем, более внимательное изучение эпохи позволяет обнаружить, что процессы, приведшие к указанному сдвигу, начались много раньше. В фундаментальном труде А. Ф. Лосева [1] приводится ссылка на статью Б. В. Горнунга «Существовал ли „Ренессанс XII в.“?», в которой анализируются доводы в пользу значительного расширения временных границ эпохи Возрождения. Сам Лосев предлагает более осторожное решение: обозначить эпоху XIII—XIV вв. как проторенессанс (твердых очертаний эстетических теорий Западного Ренессанса до XIII в. он не находит). Горнунг, впрочем, тоже считает эпоху XII в. слишком неопределенной, чтобы говорить о «Ренессансе XII в.», хотя и признает все те непреложные «ренессансные факты», которые накопила наука последних лет. По словам Лосева, культурно-историческая картина, данная исследователями, на чье мнение опирается Горнунг, слишком спутана, чтобы на ее основании «судить о том, когда были Средние века, когда началось Возрождение, какие элементы той и другой культуры сосуществовали в эти века и где они резко между собой противоречили» [1, с. 15]. Таким образом, Горнунг видит разрешение вопроса в определении XII в. как периода сосуществования и борьбы двух параллельных духовно-культурных течений.

Твердые очертания ренессансных научных теорий можно найти лишь в XIV в. Я не стану здесь подробно аргументировать это утверждение, чтобы не уходить слишком далеко в сторону, но именно к XIV в. относится возникновение Мertonской школы в Англии (Брадвардин, Суайнхед, Хейтесбери) и Парижской школы во Франции (Буридан, Альберт Саксонский и Орем). Небольшое опережение ренессансной эстетики позволяет предположить, что в ней можно найти некоторые черты ренессансной науки, и ниже мы увидим, что это действительно так.

Наличие подобного синхронизма лишний раз подтверждает, что наука — неотъемлемая часть человеческой культуры, что она живет и развивается по ее общим законам, обмениваясь своими идеями и образами с другими составляющими ее частями.

Однако вопрос о взаимовлиянии науки и искусства достаточно сложен. Предположим, нам удалось обнаружить общую идею, различным способом реализованную в науке и в искусстве, и пусть нам даже удалось доказать, что ее реализация в искусстве предшествовала ее реализации в науке. Но следует ли отсюда, что наука заимствовала эту идею? Ром Харре показывает, что, вообще говоря, этого утверждать нельзя [2]. Например, философия романтизма была довольно мощным источником идей, независимо реализованных потом и в искусстве, и в науке [3].

С этой точки зрения, случай, которому посвящена настоящая статья, весьма привлекателен. Отец Галилео Галилей Винченцо Галилей подверг резкой критике взгляды своего учителя музыки Джозеффо Царлино на природу музыкального звука и на строение музыки и предложил новые трактовки старых вопросов. Некоторые из его установок мы находим реализованными в совершенно ином кон-

тексте его сыном. Факт заимствования становится не только весьма вероятным, но и вполне понятным: аналогия между движением и звуком существовала и обсуждалась задолго до построения механики Галилео Галилеем. Понятен также и механизм заимствования: трудно предположить, что Винченцо Галилей, разрабатывая свою систему аргументации, не обращался к помощи сына, тогда уже изучавшего математику в Пизанском университете.

Николай Орем и две тенденции развития теории музыки в XIV в.

Развитие и противопоставление двух тенденций эстетического развития было институционализировано в 20-е гг. XIV в. во Франции с возникновением двух кружков противоположных эстетических направлений: *Ars Nova* и *Ars Antica*. По определенности очертаний этим кружкам еще далеко до итальянских академий XV в., тем не менее французские музыканты вполне осознавали свою принадлежность к тому или другому направлению. Если отвлечься от секуляризации музыки, что было, безусловно, одним из главных факторов, предопределивших возникновение *Ars Nova*, и чисто эстетических вопросов, то сущность этой раздвоенности, оказывается, изложена в написанном во второй половине XIV в. трактате Николая Орема «О соизмеримости и несоизмеримости движений неба» [4], посвященном на первый взгляд совершенно другому вопросу.

Трактат состоит из трех частей. В первой части автор излагает аргументы в пользу мнения, что все движения неба соизмеримы. Во второй — что некоторые из них, может быть, несоизмеримы. А в третьей части автор рассказывает, как, утомившись, он засыпает и видит сон, будто к нему является Аполлон в сопровождении Муз и Наук и обращается с такими словами: «Тщетны... твои заботы, волнения, надежды и труд нескончаемый. Разве не знаешь ты, что постижение точных пропорций мироздания превыше силы ума человеческого? И если ты ставишь вопрос о чувственных вещах, ты должен с них и начинать, а между тем в них нельзя обнаружить пунктуальной точности» [5, с. 366]. (Здесь и далее курсив мой. — Д. Б.) Однако учтивыми речами Орем смог упросить Аполлона разрешить «эти... сомнения путем правдивого наставления» [там же, с. 368].

Аполлон улыбнулся и, обернувшись к Музам и Наукам, «повелел им: „Научите его тому, о чем он просит!“ Тотчас же Арифметика сказала: „Все движения неба соизмеримы“. Воспрянув, Геометрия возразила ей: „Нет, некоторые из них несоизмеримы“» [там же]. В завязавшемся споре Арифметика и Геометрия начинают излагать аргументы в пользу своих точек зрения, и вот тут-то и заходит разговор о музыке: «Арифметика: „...ведь вся красота и все, что радует взор, заключены в рациональной пропорции, согласно авторам, писавшим о перспективе. <...> Так и гармонии, услаждающие слух, и все составы красок, вкусовых веществ и благовоний смешиваются в определенной соразмерности. <...>

Иррациональная пропорция справедливо почитается вовсе изгнанной из движений неба, производящих мелодические созвучия. Ведь всякая такая пропорция дисгармонична, неблагозвучна, неуместна, а потому чужда всякому созвучию. Она больше свойственна странным и нестройным рыданиям печального ада, чем движениям неба, которые создают музыкальные мелодии и плениют своим дивным строением» [там же, с. 370—372].

Движения небес порождают звуки, тем более высокие, чем быстрее движения. Звуки эти пронизывают весь мир, наполняя его «верховой гармонией», возвеличивающей «славу божию». И «сладостью этой гармонии демиург вселенной меряет связь всего мироздания».

Однако, продолжает Арифметика, не всем философам нравилось мнение, будто движения небес производят звуки, но эти философы думали, что музыка мира ощущима не ушами, а духом. Именно поэтому Гермес говорил: «Ведать музыку не что иное как знать порядок всех вещей» [там же, с. 375]. (О том же говорил Эриугена: «Приятность вызывают не звуки, а пропорции, которые воспринимает и различает внутреннее чувство одной только души» [5, с. 297].)

И здесь самое время ненадолго отвлечься от трактата Орема, чтобы кратко изложить основные концепции пифагорейского музыказнания, на протяжении многих веков практически не менявшиеся.

В основе всего, как учил Пифагор, лежит божественная тетрада: 1, 2, 3, 4. Так, если взять монохорд и разделить его в отношении 1:2, то полученный звук будет образовывать интервал октавы со звуком, даваемым неподеленным монохордом. Если разделить его в отношении 2:3, мы получим интервал квинты, а если в отношении 3:4, то — кварты.

Звук, как известно, это колебания воздуха, передающиеся барабанной перепонке. Но человеческое ухо устроено так, что воспринимает не саму частоту этих колебаний, а ее логарифм, причем звуки, отношение частот которых равно 1:2, воспринимаются ухом *как один и тот же звук*, но разных высотных диапазонов. Под интервалом понимается высотное расстояние между двумя звуками. В современной теории музыки интервал измеряется в *центах*: интервал между

звуком частоты f_1 и f_2 равен $1200 \log_2 \left(\frac{f_2}{f_1} \right)$ центов. Отметим, что квarta и квинта «составляют» октаву, так как $\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{2}$, или $\log_2(3/4) + \log_2(2/3) = \log_2(1/2)$.

Таким образом, произведение отношений уха воспринимает как сумму интервалов; именно отсюда пошла традиция говорить не о произведении отношений, а об их сумме. Даже во времена Ньютона она еще сохранялась, и мы видим, что в «Началах» их автор называет «двойным отношением» то, что мы бы назвали «отношением квадратов».

Характерной чертой пифагорейского музыказнания была абсолютизация числовых отношений. Так, отношение 1:2, найденное для октавы экспериментально при делении монохорда, переносилось на любой другой параметр, от которого могла зависеть высота звука, будь то нагрузка струны, вес или объем молота, ударяющего по наковальне, количество воды в бутылке. Более того, «они (пифагорейцы. — Д. Б.) утверждали также, что вся Вселенная составлена согласно некоторому гармоническому отношению <...> так как она состоит из чисел согласно числовому и гармоническому отношению. Полагая, что расстояния движущихся вокруг центра тел пропорциональны, что одни из них движутся быстры, другие — медленней и что движущиеся медленней издают при движении низкий звук, а движущиеся быстры — высокий, [они заключали, что] эти звуки относятся между собой так же, как расстояния, и потому образуют гармоническое звучание. А так как началом этой гармонии они считали число, то, естественно, и началом Неба и Вселенной они тоже полагали число» [6, с. 468].

Вот причина, по которой Арифметика в сне Орема так настаивала на соизмеримости движений неба, несмотря на то что самому Орему совершенно очевидно: самое незначительное изменение «уже нарушает равенство и меняет пропорцию из рациональной в иррациональную» [4, с. 366].

Вопрос о консонирующих интервалах традиционно выносился из сферы чувственных восприятий и становился метафизическим, у обычного смертного не оказывалось нормальных средств для ответа на вопрос: действительно ли образуют консонанс два звука, которые ухо воспринимает как консонанс? Но вспомним *Ars Nova*. Именно его идеологи впервые стали утверждать, что консонанс — это то, что ухо воспринимает как консонанс. Знаменитую фразу Маркетто Падуанского, что «ухо — главный судья», можно найти в любом современном учебнике истории музыки. С ней тесно связано утверждение о допустимости *приближенных консонансов*. А это прежде всего относилось к консонансам иррациональным.

Выразительницей этой второй идеи в трактате Орема выступает Геометрия. «Первая сестра наша, — говорит она, — щедрая на слова, скучая на мысли, наполняя божественные уши долгими окличностями, ничего в действительности не решила» [там же, с. 379]. Кажущееся правдоподобным не всегда оказывается истинным, утверждает она и берется «меньшими по числу», но более сильными

аргументами доказать, что «небесное сияет гораздо большей и шире простирающейся красой, если тела соизмеримы и движения несоизмеримы или если одни движения соизмеримы, другие же несоизмеримы» [там же]. Точно так же и в музыке: «Какая кантилена нравится, повторяемая часто или многократно? Разве такое однообразие не будет рождать скуку? Конечно, новизна более радует, и, если певец не сможет или не сумеет варьировать музыкальные напевы, способные варьироваться до бесконечности, его не сочтут лучшим, но назовут кукушкой» [там же, с. 382].

Этот аргумент повторяет почти дословно Мерсенн в своей «Harmonie Universelle» (1636), когда говорит, что диссонансы могут стать приятными, если привыкнуть их слушать и терпеть и если употреблять их как следует в речетавих и концертах с целью возбуждения страстей и ярких эффектов. Конечно, пишет он дальше, консонанс услаждает слух, подобно меду. Но кому понравится есть мед без хлеба?

Так же и Геометрия у Орема объявляет признаком божественной мудрости сочетание соизмеримого и несоизмеримого в природе.

Как ни велико искушение продолжать цитирование аргументов Геометрии, пора подводить итоги. Утверждению, что небесам разрешены лишь соизмеримые движения, а музыке — соизмеримые интервалы, противопоставлен взгляд, согласно которому совершенство мира предполагает существование как соизмеримых, так и несоизмеримых движений неба и допускает как соизмеримые, так и несоизмеримые интервалы в музыке. Причем последнее связано с переоценкой функций человеческого восприятия, ибо несовершенство человеческих чувств не позволяет отличить соизмеримое от несоизмеримого, но это и неважно. Геометрия, не умаляя достоинств Арифметики, учит оперировать не только числами, но и *непрерывными* величинами.

Однако пробуждается ото сна, так и не узнав, кто в споре оказался прав. Но на чьей стороне его симпатии — нам ясно.

Винченцо Галилей против Джозеффи Царлино

О Винченцо Галилео — отце великого ученого — мы мало что знаем. То же, впрочем, можно сказать о детстве и отрочестве самого Галилео. Известно, что Винченцо был весьма образованным человеком и талантливым музыкантом. У Джозеффи Царлино в Венеции он учился композиции и там же в 1568 г. издал свое первое сочинение, посвященное правилам композиции музыки для лютни. Вернувшись во Флоренцию, он примкнул к кружку *Camerata Florentino*, организованному графом Джованни Барди. Любопытно, что члены этого кружка, ратуя за возрождение античной трагедии, в идейном отношении были близки эстетике *Ars Nova*. Здесь-то и начинается полемика Винченцо со своим бывшим учителем. В 1581 г. во Флоренции он опубликовал «Диалог о музыке античной и современной» [7]. Как сообщает Ольшки [8], Царлино всячески противился изначальному желанию Винченцо опубликовать это сочинение в Венеции и откликнулся на него своими «Музыкальными добавлениями» (1588) [9]. Винченцо немедленно отреагировал: в 1589 г. вышла его «Беседа относительно сочинений мессера Царлино» [10]. Конец 80-х гг. вообще был для него очень плодотворен в теоретическом плане: им было написано несколько трактатов, в том числе «Первая книга о практическом использовании консонансов» и «Беседа об использовании диссонансов». Ни один из этих трактатов так и не увидел свет, все они и поныне хранятся в виде рукописей во Флорентийской национальной библиотеке. Насколько можно судить, эти трактаты, равно как и оба опубликованных, написаны в форме диалога — форме, принесшей столь громкую славу его сыну.

Едва начавшись, полемика закончилась, так как умерли оба ее участника: Джозеффи Царлино в 1590, а Винченцо Галилей в 1591 г. Но в ходе ее были затронуты многие вопросы, бурно обсуждавшиеся в последующие полтора века. Но прежде чем перейти к ним, нам придется сделать еще один экскурс в теорию музыки.

Уже в античности было известно, что пифагоров строй, основанный на отношениях *тетрады*, обладал неустранимым дефектом, именуемым *пифагоровой коммой*. Как уже говорилось выше, два звука, отличающиеся друг от друга на октаву, воспринимаются в каком-то смысле как один и тот же. Поэтому традиционно такие звуки обозначались одним словом (например, *до* в современной музыке) и образовывали естественные границы *лада*. Лады различались организацией звуков между этими границами. Так, звук, на квинту превышающий *до*, называется *соль*, а звук, превышающий *до* на кварту, — *фа*. «Разность» между квинтой и квартой, т. е. интервал, соответствующий отношению $\frac{2}{3} : \frac{4}{3} = \frac{8}{9}$ (то же отношение можно записать, пользуясь центами: $702 - 498 = 204$), называется тоном. Было бы естественно потребовать, чтобы звуки лада, взятые в соседних октавах, сохраняли между собой отношения кварты и квинты. Для того чтобы это было так, между основными ступенями лада (например, между *фа* и *соль*) приходится вводить промежуточные. Поясним это на примере.

Пусть у нас есть обычная гамма *до*, *ре*, *ми*, *фа*, *соль*, *ля*, *си* с пифагоровыми интервалами между звуками. Рассмотрим две соседние октавы, и звуки, относящиеся к более высокой, обозначим индексом 1. Каждое смещение на тон вверх будем производить в два приема: на квинту вверх, затем на кварту вниз (именно так действует настройщик, когда настраивает фортепиано). Аналогично смещение на тон вверх представим как смещение на квинту вниз и затем на кварту вверх. Начиная с ноты *до* построим восходящую последовательность: *до* — *соль* — *ре* — *ля* — *ми* — *си* — *фа*[#], а начиная с ноты *до*¹ построим нисходящую последовательность: *до*¹ — *фа* — *си*^b — *ми*^b — *ля*^b — *ре*^b — *соль*^b. При этом окажется, что *фа*[#] выше *фа* на 114 центов (этот интервал называется большим полутоном, или аптомой), а *соль*^b ниже *соль* на те же 114 центов. Иначе говоря, *фа*[#] и *соль*^b не совпадут, а будут отличаться на интервал, примерно равный 24 центам, который и называется *пифагоровой коммой*. Надо ли говорить, что оба описанных процесса никогда не приведут вновь к ноте *до*? (Демонстрации этого обстоятельства посвящены первые пятьдесят страниц «Диалога о музыке» Винченцо Галилея.) Формально полный звукоряд пифагоровой системы оказывается бесконечным.

Указанную трудность Джозефо Царлино предлагает разрешить, расширяя тетраду до *Senario* — последовательности шести первых членов натурального ряда: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Необходимость такого расширения он обосновывает в своем сочинении «Установление гармонии» свойствами числа 6: 1) это наименьшее совершенное число (равное сумме своих делителей); 2) именно столько знаков зодиака видно одновременно над горизонтом; 3) именно столько подвижных небесных светил (Сатурн, Юпитер, Марс, Венера, Меркурий и Луна); 4) именно столько небесных поясов (два полярных круга, два тропика, экватор и эклиптика); 5) именно столько основных качеств элементов (острота, разреженность, движение, тупость, плотность и покой); 6) именно столько видов движения; 7) именно столько ребер у треугольной пирамиды; 8) именно столько поверхностей у куба. Всего таких аргументов он приводит около двух десятков.

Обоснование, как видим, вполне достойно Арифметики из сна Орема! И хотя, как показывает Винченцо Галилей, введение *Senario* не избавляет от коммы, оно позволяет обосновать употребление малой и большой терции (6:5 и 5:4) вместо «фальшивых» пифагоровых (последователи Пифагора считали терции диссонантами из-за их фальшивого звучания). Естественно появлялась и большая секста (5:3). Любопытно, как Царлино обосновывает появление малой сексты (8:5), несмотря на то, что числа 8 нет в *Senario*: «...так как она была одобрена и принята многими музыкантами, то и я поместил ее среди консонансов» [11, с. 58]. Эта оговорка представляется существенной приметой Нового времени. Формально нет причин считать сексту консонансом, но так подсказывает практика, и Царлино соглашается, не обращая внимания на нетрадиционность своей аргументации.

Полный звукоряд в системе Царлино содержит 19 звуков. От коммы избавить-

ся не удается, хотя она и несколько меньше пифагоровой (возрожденческая комма соответствует отношению 80:81, что примерно равно 21 центу). Движение по квартово-квинтовому кругу, как и в случае пифагорова строя, оказывается незамкнутым, и поэтому для перенесения звуков в следующую октаву Царлино предлагает прием, подробно описанный в «Музыкальных добавлениях» [9]. Поясним его идею.

Пусть BC — струна (рис. 1). Точка c делит ее на две равные части. Следовательно, между C и c заключена октава. D, E, F — точки струны, соответствующие различным ступеням лада. Их надо перенести на октаву вверх. Для этого строится квадрат $IHCc$. Дальнейшие действия понятны из чертежа, и я не буду разъяснять их подробно.

Это построение пригодится нам в дальнейшем, а пока отметим два важных обстоятельства. Во-первых, точки d, e, f можно получить и по-другому: приняв половину струны Bc за целую струну и действуя так же, как и при построении точек D, E, F . При таком подходе описанное преобразование можно рассматривать как автомодельное, т. е. как преобразование лада в самого себя. Во-вторых, Царлино понимает, хотя и не говорит об этом прямо, что, выбирая две разные точки в соседних квадратах, например D и f , точного консонанса мы, вообще говоря, не получим. Так, интервал $ci - mi$ будет меньше чистой кварты на 4 цента, а квarta $ci^b - mi^b$ будет чистой за счет того, что в системе Царлино квarta $fa - ci^b$ меньше чистой на комму. Таким образом, несмотря на то, что пифагорова комма частично распределена между интервалами системы, различные звуки звукоряда находятся в неравных высотных отношениях с соседними. Это означает, в частности, что не от всякого звука можно построить данную мелодию. Теперь мы можем перейти к аргументации Винченцо Галилея.

Так же, как и Геометрия во сне Орема, Галилей доказывает свою правоту «более сильными, хотя и меньшими по числу аргументами». Существование консонансов, утверждает Винченцо, «не было сочинением или изобретением человека, — но природы; и Пифагор был первым, кто начал ее исследовать» [7, с. 3]. Но когда «Италия в течение долгого времени страдала от громадного наплыва варваров, погас свет науки и люди как будто впали в тяжелый сон и стали жить, нимало не стремясь к какому-либо знанию, и о музыке им было известно не больше, чем о Западных Индиях. И пребывали они в этой слепоте, пока сначала

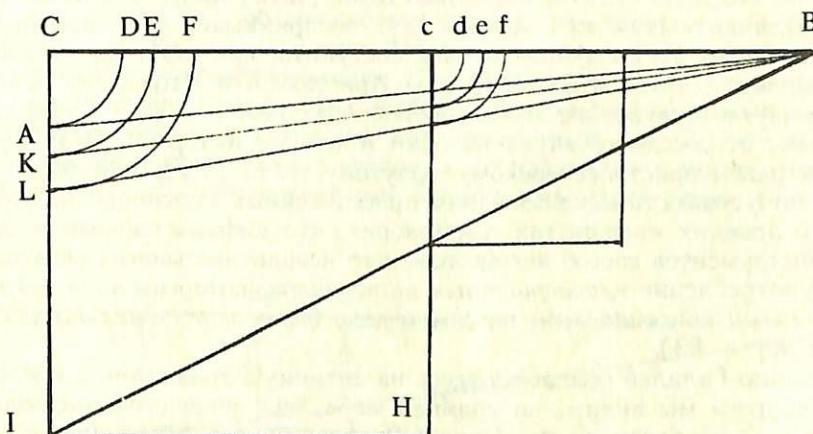


Рис. 1

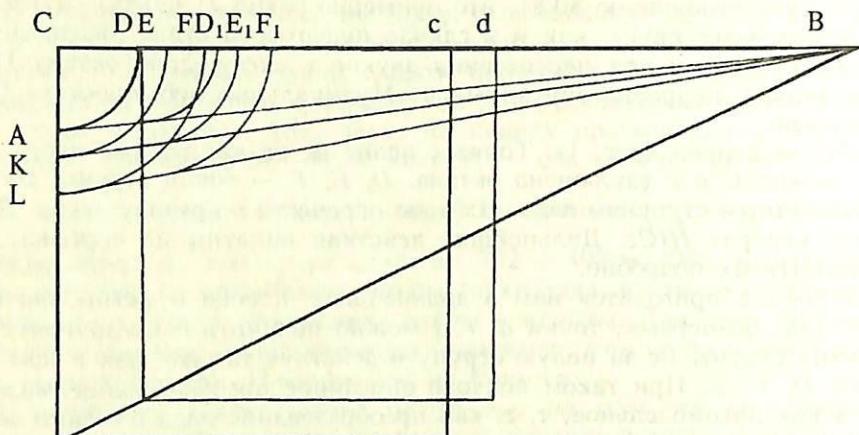


Рис. 2

Гафори, затем Глареан и, наконец, Царлино (поистине главные из тех, кто преуспел в современной практике) не начали извлекать эту науку из мрака» [там же, с. 1]. Похвала в адрес Царлино тут же нейтрализуется замечанием: «Но если обратиться к теории, то следовало бы придерживаться [учения] Джироламо Мея... и его сиятельства синьора Джованни Барди, посвятившего сему предмету долгие штудии и весьма в нем искушенного, как и во многих других науках» [там же]. Главная ошибка Царлино, по мнению Винченцо, состоит в том, что причины консонанса «следует искать не в природе чисел, а в природе звука», а природа звука постигается в первую очередь ушами, хотя «в суждении о музыкальных вещах нельзя полагаться только на чувство, ибо оно обманчиво... и хотя слух... не может ошибаться в распознавании диссонирующих и консонирующих интервалов, не его дело судить, насколько один [звук] ниже или выше другого и на *какую величину*» [там же]. А коли слух воспринимает приближенные консонансы как точные, то не лучше ли нам поступить, как советовали «двоем предвосходнейших музыкантов и философов — Аристоксен и Птолемей», а именно, расположить звуки в звукоряде «согласно температуре», т. е. так, чтобы каждый из них отстоял от соседнего звука на один и тот же интервал. Этот интервал должен быть равен аристоксеновскому полутону, т. е. 18:17, или 99,6 центов. Оправдывая допустимость использования приближенных консонансов, Винченцо вспоминает о древних кифаристах. Он говорит, что кифаристы «ввели для музыкальных инструментов способ неконсонантного исполнения многих мелодий вместе... ввели употребление *несовершенных интервалов*, которые, хотя и казались действительными консонансами, на самом деле были *относительно так называемы*» [там же, с. 83].

Хотя Винченцо Галилей ссылается здесь на античную традицию, в его подходе к решению вопроса мы видим, по крайней мере, два новшества, позволяющие сравнить его с Геометрией из сна Орема. Во-первых, это отношение к множеству музыкальных интервалов как к континууму, в котором, как и среди движений неба, есть соизмеримые, а есть и несозмеримые. На вопрос «почему квинта консонанс?» традиционным ответом было: «Потому что квинта — это отношение чисел тетрады (или чисел *Senario*)». Винченцо отрицает этот способ обоснований, утверждая, что консонанс — это то, что кажется нам консонансом, хотя и предпочитает в этом случае говорить о *несовершенном* или *кажущемся* кон-

сонансе. Во-вторых (и это второе следует из первого), определить, является ли созвучие консонансом, могут лишь чувства, но они не могут определить, что это за созвучие. Для того чтобы ответить на оба эти вопроса, нужно провести эксперимент.

В последнем опубликованном сочинении Винченцо Галилея «Беседа относительно сочинений мессера Царлино» (которое мне не удалось найти в наших библиотеках, но о содержании которого можно судить по краткому изложению в книге Дрейка [12]) имеется более или менее прямая ссылка на эксперимент, проведенный самим автором. Нельзя утверждать, говорится там, что созвучию квинты отвечает именно отношение 2:3. Если речь идет об отношении длин звучащих струн, то это будет правильно, но если брать звучащие поверхности, то их отношение будет 4:9, а если брать звучащие объемы, то их отношение будет 8:27. Что же в таком случае есть отношение квинты?

Прийти к такому вопросу, по мнению Дрейка, можно было только после серии экспериментов. Скорее всего эти эксперименты были проведены между 1581 и 1588 гг., т. е. тогда, когда Галилео Галилей либо учился в Пизанском университете, либо уже вернулся во Флоренцию, окончив его.

В своем теоретическом построении Винченцо Галилей, что называется, перегибает палку: октава у него получается «фальшивой» на 5 центов. Но на практике оно превосходно работало, так как применялось лишь для разбивки ладов на грифе лютни, а их было всего пять. Разные струны настраивались «по созвучию». Поэтому темперированные «по Галилео» интервалы отличались от чистых не более чем на 2 цента, точно так же, как и в современной системе темперации. Гораздо важнее, что Галилей пришел к двенадцатиступенчатой темперированной хроматической гамме как полной музыкальной системе, используя которую можно построить любой из существующих ладов. При этом каждый последующий звук системы получался из предыдущего прибавлением одного и того же интервала — так называемого хроматического полутона. Окончательно в музыкальную теорию и практику темперированный строй был введен только во времена Баха.

Точное значение хроматического полутона — корень двенадцатой степени из двух — получил примерно тогда же Симон Стивин (это установил, изучая его рукописи, Стиллман Дрейк [12, 13]). Насколько можно судить по описанию Дрейка, оно появилось как решение геометрической задачи, похожей на ту, что решал Царлино на рис. 1.

Пусть на отрезке BC , обозначающем струну, отложены точки D, E, F, \dots в соответствии с правилами Царлино. Произведем описанное выше преобразование, — назовем его преобразованием Царлино, — но только переносить звуки будем не в следующую октаву, а в любой произвольный октавный квадрат, например построенный на отрезке Dd , как показано на рис. 2. При этом мы получим на струне новые, вообще говоря, несовпадающие с построенными ранее точки D_1, E_1, F_1, \dots . Полное совпадение будет иметь место тогда и только тогда,

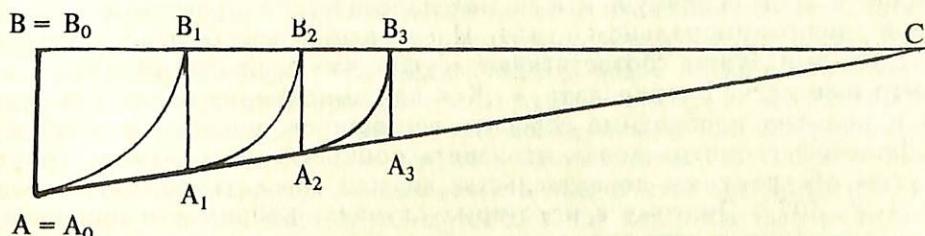


Рис. 3

когда была выбрана точка c . Вопрос состоит в том, как разбить струну BC точками D, E, F, \dots , чтобы описанная процедура не приводила к появлению новых точек, иными словами, чтобы полный звукоряд был инвариантен относительно «преобразования Царлино».

Ответ представлен на рис. 3. Пусть $\frac{AB}{AC} = 1 - a^{V_{12}}$ и $A_{n-1}A_n = A_{n-1}B_{n-1}$, тогда разбиение $\{A_n\}$ — единственное удовлетворяющее выдвинутым выше требованиям. Оно оказывается своего рода инвариантом при преобразовании длины струны. Факт этой инвариантности тесно связан с равноправностью всех точек струны, точнее говоря, всех степеней хроматической темперированной гаммы.

Точно так же в механике Галилео Галилея естественно-ускоренное движение, которое «естественно» не только потому, что осуществляется в природе, но и потому, что приращение скорости этого движения «происходит в самой простой и ясной форме» [13, т. 2, с. 239], т. е. «равномерно», поскольку все проходящие в движении точки равноправны. Это утверждение оказывается тесно связанным с вопросом о преобразованиях подобия и их роли в механике Галилея, но их рассмотрение выходит за рамки данной статьи.

Диспозициональный стиль мышления

Насколько мне известно, понятие диспозиционального стиля впервые было введено в работе Кузнецовой и Розова [15]. На мой взгляд, кратко изложенный в [16], широкое распространение понятия «стиль мышления» отражает проникновение эстетических категорий в историю и теорию развития науки. Авторы обращают внимание на то, как часто Галилео Галилей прибегает к помощи идеальных объектов. Например, предполагает существование «плоской поверхности, совершенно гладкой», по которой катится «совершенно круглый шар». «Галилей при этом очень мало озабочен, что в действительности такое совершенство нигде не встречается» [15, с. 74], и ссылается на традицию, идущую от Архимеда: «„Авторитет одного Архимеда должен успокоить кого угодно. В своей механике и книге о квадратуре параболы он принимает как правильный принцип, что коромысло весов является прямой линией, равноудаленной во всех точках от общего центра тяжелых тел, и что нити, к которым подвешены тяжелые тела, параллельны между собой“.

«...» Тут же следует обоснование, которого у Архимеда нет, ибо оно, скорее всего, вообще не в духе античного мышления. „Подобные допущения, — пишет Галилей, — всеми принимались*“, ибо на практике инструменты и величины, с которыми мы имеем дело, столь ничтожны по сравнению с огромным расстоянием, отделяющим нас от центра земного шара, что мы смело можем принять шестидесятую часть градуса соответствующей весьма большой окружности за прямую линию, а два перпендикуляра, опущенные из ее концов, — за параллельные линии“

[там же, с. 75]. Выделенная курсивом фраза «мы смело можем принять» как раз и заключает в себе основную мысль методологической программы, реализованной в диспозициональном стиле. Идеальные объекты используются не потому, что они лучше соответствуют «сущности» реальных объектов, а потому, что ими легче оперировать. «...Как для выполнения подсчетов сахара, шелка и полотна необходимо сбросить вес ящиков, обертки и иной тары, так и философ-геометр, желая проверить конкретно результаты, полученные путем абстрактных доказательств, должен сбросить помеху материи» [14, т. 1, с. 307]. Поэтому в некоторых случаях, например в приведенном выше рассуждении о коромысле весов, Галилей смело полагает Землю пло-

* Заметим, что это тот же самый аргумент, которым пользовались Царлино при введении малой сексты и Винченцо Галилей при обосновании употребимости несовершенных консонансов.

ской, а все перпендикуляры к ее поверхности параллельными, но в некоторых случаях он считает ее шаром, касающимся плоскости в одной единственной точке.

Иными словами, продолжают указанные авторы, если бы Земля и в самом деле была плоской, а отвесы параллельными, «то мы получили бы при строительстве здания практически тот же эффект, что и реальные... архитекторы», действующие на круглой Земле и при помощи отвесов, указывающих на ее центр. «Именно это „если бы... то“ как раз и характеризует принципиальную новизну мышления Галилея. Идеализация для него — это нечто похожее на проект инженера, который тоже должен рассуждать в сослагательном наклонении» [15, с. 76]. Вполне возможно, что появление инженеров (в особенности если речь идет о современных Галилею инженерах) в данном контексте оправдано, хотя мне ничего не известно о формальном оперировании абстрактными математическими образами в инженерных целях в то время. Но мы видим, как блестяще этот вывод подводит черту под двухвековой историей рождения современной хроматической темперированной гаммы. «Будем считать, хотя и знаем, что это не так» — вот методологический принцип, опираясь на который еще в самом начале XVII в. Галилей приходит к заключению, что тело, брошенное под углом к горизонту, движется по параболе; именно это заставляет Симпличио в ужасе воскликнуть: «Неправдоподобно, что выводы, основанные на столь неверных предпосылках, могли быть подтверждены практическими опытами». Думается, что так мог бы воскликнуть и какой-нибудь оппонент — реальный или воображаемый — Винченцо Галилея.

Рождение новой науки

Открытие колебательной природы музыкального звука, признание, что именно частота колебаний определяет высоту звука, установление темперированного двенадцатиступенного строя — все это привело к тому, что теория музыки постепенно перестала заниматься арифметикой пропорций и надолго сосредоточила свое внимание на чисто эстетических вопросах. (Справедливости ради надо сказать, что в последние годы теория музыки вновь начинает все чаще и чаще обращаться к математическим методам. Так, например, Царлино получил внезапную поддержку в одной из недавних работ В. А. Лефевра [17], где *Senario* выводится как решение диофанта уравнения для *индекса веры*.) Но в средние века музыка, наряду с геометрией, арифметикой и астрономией, входила в квадривидум математических наук в университетах. По справедливому замечанию Т. С. Вызго, средневековая лютня — это и «излюбленный инструмент вдохновенных певцов», и «инструмент ученых, отвечавший требованиям точных математических расчетов, с помощью которых постигалась природа музыкального звука» [18, с. 269]. И если мы соглашаемся с тем, что новая наука многое позаимствовала у средневековой, то удивит ли нас, что многое она позаимствовала и у теории музыки.

Во времена Галилея дисциплинарные рамки становятся достаточно непроницаемыми. Претендую на создание новой науки о движении, он не ссылается на достижения других наук. Однако изучение истории развития представлений о консонансе показывает нам, что позаимствовала новая наука о движении у старой науки о музыкальных пропорциях: 1) теория оперирует идеализированным математическим объектом не потому, что он правильнее или совершеннее, а потому, что, действуя так, можно получить точный ответ; 2) соответствие этого точного ответа поведению реального объекта проверяется экспериментом; 3) неточное знание иногда бывает полезнее точного, так как позволяет достигать цели даже тогда, когда точное знание не позволяет. Преобразование Царлино тоже нашло свое отражение в геометрических построениях Галилея, но этот вопрос заслуживает отдельного разговора.

Список литературы

1. Лосев А. Ф. Эстетика Возрождения. М., 1982.
2. Harré R. What is *Zeitgeist?* // Common Denominator in Art and Science. Edinburgh, 1981. Р. 1—9.
3. Harré R. Davy and Coleridge / ibid. Р. 41—59.
4. Орем Н. О соизмеримости и несоизмеримости движений неба / Пер. В. П. Зубова // Историко-астрономические исследования. 1960. Вып. VI. С. 301—401.
5. Музикальная эстетика западноевропейского средневековья и Возрождения. М., 1966.
6. Фрагменты ранних греческих философов. М., 1989.
7. Galilei V. Dialogo della musica antica et della moderna. Firenze, 1581.
8. Ольшки Л. История научной литературы на новых языках. М., 1933. Т. 3.
9. Zarlino G. Sopplimenti musicali. Venetia, 1588.
10. Galilei V. Discorso intorno all'opere di messer Gioseffo Zarlino. Firenze, 1589.
11. Zarlino G. Istitutione harmoniche. Venetia, 1565.
12. Drake S. Galileo Studies. Michigan, 1970.
13. Drake S. Renaissance Music and Experimental Science // J. Hist. Id. 1970. Vol. 31. P. 481—502.
14. Галилей Г. Избранные труды: В 2-х т. М., 1964.
15. Кузнецова Н. И., Розов М. А. О разнообразии научных революций // Традиции и революции в истории науки. М., 1991. С. 60—83.
16. Баюк Д. А. Наука и эстетические категории // X Всесоюзная конференция по логике, методологии и философии науки. Тезисы докладов и выступлений. Минск, 1990. С. 172—173.
17. Лефевр В. А. Формула человека. М., 1991.
18. Вызго Т. С. Афросиабская лягушка // Из истории искусств великого города (к 2500-летию Самарканда). Ташкент, 1972. С. 250—272.

Ю. А. ШРЕЙДЕР

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ И РИМСКО-КАТОЛИЧЕСКАЯ ЦЕРКОВЬ

31 октября 1992 г. в выступлении Папы Иоанна-Павла II на приеме для членов Папской Академии был подведен итог проведенному расследованию по делу Галилея. Закончился, вероятно, самый длительный в истории судебный процесс: прежний приговор суда инквизиции от 1633 г. был объявлен трагическим недоразумением.

Надо признать, что историки науки довольно долго излагали совершенно ложную версию происходившего при жизни Галилея и дали такую интерпретацию его исторической роли, которую можно признать только «весьма далекой от реальности». В одном из солидных изданий «Истории физики» читаем: «Великий итальянский ученый Галилео Галилей (1564—1642) продолжил (вслед за Дж. Бруно. — Ю. Ш.) борьбу за независимость науки от религии, развернул наступление науки по всему фронту и нанес решающий удар мировоззрению средневековых попов и схоластов. В его учении научная революция достигла кульмиационного пункта» [1, с. 66]. Вокруг Галилея был создан ореол мученика атеистических убеждений, стоящего в одном ряду с сожженным на костре по приговору инквизиции в 1600 г. Джордано Бруно. Утверждалось, что Галилей избежал подобной кары в силу лицемерного отказа от своих научных взглядов. В атеистических иконостасах портреты Галилея и Бруно стояли рядом, заполняя алтари храмов, приспособленных под атеистические музеи.

В этой устойчивой историко-научной версии поражает невероятная путаница. Прежде всего ни Бруно, ни Галилей не были атеистами, т. е. людьми, сознательно отрицающими объективное существование Высшей духовной реальности. Джордано Бруно придерживался пифагорейского мировоззрения, а его интерес к