

Я.В. Тарароев, Т.В. Шапченко, А.Ю. Диреглазов

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОНЯТИЯ «СИММЕТРИЯ» (на примере исследования музыки и физики)

Аннотация. В данной работе рассматривается философская проблема онтологического содержания симметрии на примерах использования симметрии в музыке и физике. Проанализированы формы и виды симметрии в музыке, и показано, что в музыке симметрия выполняет методологическую роль конструирования музыкального содержания и непосредственно является формой музыкального мышления. Использование симметрии в физике рассмотрено на примере CPT симметрии. Показано, что эта симметрия носит онтологический характер и в своей основе имеет аналогичные формы и виды, что и в музыке. Основным методом данной работы является анализ физических текстов и музыковедческих работ, текстов, связанных с логикой и общефилософских текстов. Анализ использования симметрии в музыке и физике позволяет заключить, что симметрия имеет логическую природу и является обобщением логического закона тождества. Она представляет собой подобие объектов, у которых изменено одно из его свойств, а все остальные остаются тождественными. Такой подход позволяет объяснить нарушение симметрии и рассматривать его, наряду с самой симметрией как методологический принцип конструирования реальности.

Ключевые слова: симметрия, музыка, онтология, пространство, время, материя, ось симметрии, логика, реальность, предикат.

Review. The present research is devoted to the philosophical problem of the ontological content of symmetry based on the case study of symmetry in music and physics. The authors of the article have analyzed forms and types of symmetry in music and demonstrate that in music symmetry plays a methodological role of building the musical content and is a direct form of musical thinking. The use of symmetry in physics are being viewed based on the example of CPT symmetry. The authors demonstrate that this symmetry has an ontological nature and basically has the same forms and types like in music. The main research method is the analysis of physical texts and musicological researches, texts related to logic and general philosophical texts. The analysis of how symmetry is used in music and physics allows to conclude that symmetry has a logical nature and is a generalization of the logical law of identity. Symmetry is a resemblance of objects when one feature of objects is different and other features are identical. This approach allows to explain asymmetric distortion and view it as a methodological principle for constructing reality along with symmetry.

Keywords: symmetry, music, ontology, space, time, matter, symmetry axis, logic, reality, predicate.

«...идея симметрии никоим образом не ограничивается пространственными объектами; её синоним «гармония» в гораздо большей степени указывает на акустические и музыкальные приложения идеи симметрии, чем на геометрические»¹.

Проблема симметрии и вопрос о том, какую реальность, какое бытие она отражает, возник

на самых ранних этапах становления философской и научной мысли. Наиболее ярким представителем тех, кто обращался к решению этой проблемы ещё в античности, является Платон. В его онтологии симметрия играла одну из ключевых ролей как синоним блага, гармонии и выступала системообразующим принципом бытия. «Итак, он (устроитель) путём вращения округлил космос до состояния сферы, поверхность которой повсюду равно отстоит от центра, то есть сообщил Вселенной очертания, из всех очертаний наиболее совершенные и по-

¹ Вейль Г. Симметрия. М., 1968. С. 36.

добные самим себе² (выделено нами – Т.Я., Ш.Т., Д.А.), а подобное он нашёл в миллиарды раз более прекрасным, чем неподобное³. Позднее, в эпоху становления классического естествознания, и, прежде всего, классической механики, проблема симметрии вновь сыграла ключевую роль в понимании физической реальности. Одно из фундаментальных начал классической механики – первый закон Ньютона (он же закон инерции) как раз и представляет собой нарушение симметрии ускоренного и равномерного прямолинейного движения и утверждение симметрии между равномерным прямолинейным движением и состоянием покоя. Аналогичным образом ситуация развивалась и в эпоху пересмотра классических взглядов на пространство и время и утверждения релятивистских представлений. В частности, принцип эквивалентности Эйнштейна, одно из базовых оснований ОТО, представляет собой в узком смысле утверждение симметрии между ускоренным движением и движением в поле тяготения, и в широком смысле симметрию между гравитационным полем и ускоренной системой отсчёта, в которых все физические процессы эквивалентны.

Исторический экскурс в проблему симметрии не является целью данной работы, так как эта тема подробно была рассмотрена ранее⁴. Задача данной работы – указать и описать онтологическое содержание понятия «симметрия», т.е. связать симметрию с наиболее фундаментальными формами бытия. Однако прежде чем приступить к решению этой задачи, необходимо разъяснить, что мы понимаем под симметрией. Как отмечалось в вышеуказанной работе, «термин «симметрия» происходит от древнегреческого *συμμετρία* «соразмерность», которое, в свою очередь происходит от *μετρέω* – «меряю». Таким образом, уже этимология этого термина фиксирует его операциональную природу, связанную с проведением определённых измерений, в которых присутствует некий эталон, относительно которого путём сопоставления и сравнения и происходит процесс измерения. В широком смысле

ле мы можем назвать «симметрией» полученное в результате измерений тождество измеренного и эталонного и обобщить это понятие на любое тождество (даже в отсутствие эталона), получаемое в процессе измерений, в том числе и выполненных в рамках одной системы между её частями»⁵. Как замечают Дж. Элиот и П. Добер, «В «Кратком Оксфордском словаре» симметрия определяется как «Красота, обусловленная пропорциональностью частей тела или любого целого, равновесием, подобием, гармонией, согласованностью»»⁶. Герман Вейль говорит о двух значениях симметрии. В общем случае «...симметричное означает нечто, обладающее хорошим соотношением пропорций, уравновешенное, а симметрия обозначает тот вид согласованности отдельных частей, который объединяет их в единое целое. Красота тесно связана с симметрией. ... В этом смысле идея симметрии никоим образом не ограничивается пространственными объектами; её синоним «гармония» в гораздо большей степени указывает на акустические и музыкальные приложения идеи симметрии, чем на геометрические. В немецком языке хорошим эквивалентом греческого слова симметрия является *Ebenmass*, ибо оно, так же как и слово симметрия имеет смысл ... «средней меры»...

Образ весов является естественным связующим звеном, которое приводит нас ко второму смыслу, в котором слово симметрия употребляется в наше время: *зеркальная симметрия*, симметрия левого и правого, столь заметная в строении высших животных, и в особенности человеческого тела. Здесь *зеркальная симметрия* – строго геометрическое и – в отличие от рассматривавшегося до сих пор *расплывчатого представления* (выделено нами – Т.Я., Ш.Т., Д.А.) о симметрии – вполне точное понятие»⁷.

Исходя из приведённых выше цитат и, в частности, из того, что ключевыми словами в понимании симметрии являются понятия «пропорциональность», «соотношение», «согласованность», мы можем утверждать, что симметрия представляет собой некое *подобие*, в котором объект А подобен самому себе за некоторым исключением. Логические выражения и структура этого подобия будут приведены ниже, сейчас же, для выявления онтологи-

² Как будет показано ниже, симметрия и представляет *подобие* самому себе.

³ Платон. Сочинения в 4-х т. Т. 3. М., 1994. С. 436.

⁴ Подробнее см.: Тарароев Я.В., Диреглазов А.Ю. Симметрия как методологический принцип в современном физическом познании // Вопросы истории естествознания и техники. 2012. № 2. С. 43-54.

⁵ Там же. С. 44.

⁶ Элиот Дж. Симметрия в физике. Т. 1. М., 1983. С. 11.

⁷ Вейль Г. Симметрия. М., 1968. С. 35-36.

ческого содержания симметрии, последовательно обратимся к её описанию в музыке и в физике.

Сама симметрия носит всеобщий и универсальный характер и охватывает собой многие явления принципиально различной природы: музыкальные, языковые, математические, физические, биологические, космологические и другие. В музыке, которая является одним из феноменов духовной культуры человека, симметрия как аналог гармонии важна не в меньшей степени, чем феноменам природы, которые изучает физика. Гармония мира, его «красота», «равновесие», «подобие», «согласованность», т.е. его симметрия в широком смысле этого слова, с античных времён Пифагора и Платона⁸ и до настоящего времени, особенно в связи с формулировкой и расширением «проблематики» антропного принципа⁹, порождают положительные эстетические переживания. Являясь предметом различных мистических и религиозных спекуляций, утверждавших «божий промысел», «божественный план» и т.п. в «устройстве» мира, они требуют рационального объяснения. Гармония и совершенство музыки в гораздо меньшей степени нуждаются в подобных обоснованиях, поскольку они составляют её природу, её сущность, и поэтому онтологический анализ симметрии в музыке может дать ключ к пониманию онтологического содержания и методологической функции симметрии в физике.

Но здесь может появиться одно принципиальное затруднение, которое можно рассматривать как аргумент против подобного подхода. Физика, как *принято считать*¹⁰, отражает природную, объ-

ективную реальность такой, какая она есть *сама по себе*, без какой-либо субъективной антропологической составляющей, и, соответственно, симметрия должна отражать свойства объективной реальности физического мира, её гармонию и совершенство. Музыка целиком и полностью является продуктом человеческой культуры, она изначально есть конструкт человеческого творчества, созидания, и, следовательно, симметрия в этом случае выступает *методологией* музыкального конструирования, и методологией любого духовного или интеллектуального творчества. Насколько это возражение правомочно, рассмотрим немного ниже, а сейчас для более глубокого осознания онтологических принципов созидательной, конструктивной деятельности, рассмотрим реализацию принципа симметрии в музыке.

Прежде всего, необходимо уточнить, что представляет собой музыка с точки зрения физики. Фундаментально этот вопрос рассмотрел Джеймс Джинс¹¹, а в контексте тематики данной работы необходимо указать, что музыка представляет собой определённым образом упорядоченную систему гармонических звуковых колебаний, которые, в свою очередь, являются колебаниями среды. Для наглядности понимания физической природы звука уместно провести аналогию между электромагнитными и звуковыми колебаниями. Как электромагнитный спектр на всём своём протяжении характеризуется различием длин волн (частот), так и звуковые колебания представляют собой последовательный набор колебаний различной частоты (длины волны). При этом так же как человек способен своим специальными органами чувств (глазами) непосредственно воспринимать только определённую часть спектра электромагнитных колебаний – видимый свет, так и человеческое ухо способно воспринимать только определённую часть спектра звуковых колебаний. Важным методом организации, упорядочивания и структурирования звуковых колебаний выступает симметрия.

Проявление феномена симметрии в музыке настолько велико и повсеместно, что это дает полное право рассматривать принципы и закономерности симметрии как основополагающий фактор музыкальной формы и композиции. Симметрия выражена в музыке в виде определённых операций по преобразованию музыкального материала от ис-

⁸ Типичной иллюстрацией этого тезиса выступает положение пифагорейской и платоновской космологии о том, что космос совершенен и гармоничен, и в силу этого должны быть гармоничны и совершенны его элементы, прежде всего «траектории» движения планет. Это положение как методологический принцип использовался в европейской космологии включительно до Коперника, и только Кеплер описал движение планет как эллиптическое. (Подробнее см: Павленко А.Н. Европейская космология – основание эпистемологического поворота. М., 1997). Это описание нарушило круговую симметрию движения и утвердило новую – эллиптическую. Это один из первых случаев нарушения симметрии в истории естествознания и объяснение этого явления (нарушение симметрии) будет дано ниже.

⁹ Подробнее см.: Тарароев Я.В. Человек и Вселенная – проблема взаимосвязи // Эпистемология и философия науки. 2006. Т. IX. № 3. С. 124-138.

¹⁰ Подобные представления складываются в рамках позитивизма и утверждаются в нём, выступая одной из характерных черт позитивистского способа мышления.

¹¹ Джинс Дж. Наука и музыка. М., 2011.

ходного к последующему видоизмененному. Музыкальные операции симметрии – это перемещение, отражение, и вращение. Явление симметрии в музыке наблюдается на всех уровнях структурной организации – от мелких мотивных (горизонтальных) и интервально-аккордовых (вертикальных) образований до более крупных музыкальных построений (фразы, периоды, части формы, циклические произведения). Часто термин «симметрия» употребляется как аналог понятия «форма». «Музыка никогда не может быть бесформенной, она всегда должна обладать признаками симметрии и формы для воплощения собственного замысла, без которых произведение искусства терпит неудачу (перевод наш – Т.Я., Ш.Т., Д.А.)¹²». Методы и принципы музыкальной симметрии присущи абсолютно всем музыкальным стилям всех исторических эпох и этнических направлений, и это позволяет утверждать, что феномен музыкальной симметрии есть одна из форм функционирования музыкального мышления. В определённом смысле музыкальная симметрия есть системообразующий элемент музыкального мышления, и, следовательно, музыкальная симметрия может рассматриваться как онтологическая сущность самого процесса развертывания временного потока музыкальной ткани.

Анализ музыкальной симметрии исследовался во многих работах, но наиболее полной и системной можно назвать работу Лари Соломон¹³. В частности автор в этой работе выделяет и систематизирует 26 видов симметрий, которые встречаются в музыке.

Существуют три базовые операции музыкальной симметрии – отражение, перемещение и вращение, которые можно рассматривать как способы музыкальных трансформаций. При определении вида симметрии решающую роль играет тип оси симметрии. Это фундаментальный параметр, который мы можем наделить онтологическим содержанием, и который определяет онтологическую сущность изменений, природу инверсии, относительно чего происходят преобразования. Оси симметрии располагаются во времени (горизонтальная ось), по высоте тона, (вертикальная ось) и в пространстве. Их соответствующие названия – ось времени, звуковысотная ось и пространственная

ось. Очевидно, что музыка есть упорядочивание тонов определённых частот во времени, и она представляет собой высотновременной континуум, в котором существует любой звуковой поток, всегда пронизанный огромным количеством незримых осей симметрии, выявляемых при теоретическом анализе музыкального текста. Два типа осей симметрии – временная и звуковысотная, являются онтологической основой любого композиционного процесса. Именно гармонизированная, а значит и симметрично выстроенная последовательность тонов во времени является сущностью музыки. Говоря о пространственной оси симметрии, необходимо отметить, что пространство для музыки, перефразируя слова М. Хайдеггера, является «домом бытия», который физически обуславливает сами основы существования звуковых колебаний, а значит и музыки вообще.

Далее дается разъяснение каждой из вышеуказанных операций.

1. Отражение.

Операция «отражение» имеет следующие разновидности – временное, звуковысотное и пространственное. Временное отражение – достаточно распространённый приём музыкальной симметрии, имеющий фундаментальное значение для временной (горизонтальной) структуризации звукового потока. Его суть сводится к следующему: некая мелодическая фигура или, проще говоря, определённая последовательность тонов, расположенных горизонтально, отражаются или «отзеркаливаются», т.е. воспроизводятся далее во времени в обратном порядке, т.е., используя математический формализм $A \rightarrow -A$. При этом обозначается так называемая ось симметрии – условная временная граница, а при нотной записи – воображаемая разделительная линия, через которую осуществляется операция симметрии или после которой появляется видоизменённая в процессе отражения симметричная структура. Причём материалом для исходного звена акта симметрии могут быть самые разные элементы музыкальной ткани – тоны, созвучия, аккорды. В процессе отражения могут быть задействованы мотивы, фразы, предложения, периоды. Временное отражение проявляется в структуризации различных простых и сложных музыкальных форм: простая и сложная трехчастная АВА, рондо АВАВА, рондо-соната АВАСАВА, в расположении частей классических опусов, а также в различных современных смешанных формах. Существуют

¹² MacPherson S. Form in Music. London: Joseph Williams, Ltd., 1915. P. 2.

¹³ Solomon L.J. Symmetry as a Compositional Determinant. (URL: <http://solomonsmusic.net/diss.htm> 2002).

еще разновидности временного отражения по продолжительности или по количеству тактов в заданной форме (5-8-10-8-5), по соотношению темпов (быстро – медленно – быстро), динамики (тихо – громко – тихо).

Интересная разновидность симметрии – пространственное отражение, в основе которого лежат специальные композиционные приёмы при использовании акустических возможностей и особенностей пространства в виде особых способов размещения источников звука по отношению к аудитории. Этот вид симметрии связан не с конструированием и развитием музыкального процесса, наполненным семантическим содержанием, а с его физическим существованием, физическим переносом в геометрическом пространстве звуковых колебаний. В пространственном отражении преобразования имеют вид $A \rightarrow -A$, однако здесь A не временные, а пространственные характеристики звуковой волны.

Еще один вид отражательной симметрии – это звуковысотное отражение с осью высоты звука. В этом случае так же происходит инверсия типа $A \rightarrow -A$. Причём этот тип симметрии может проявляться как в вертикальной плоскости, так и в вертикальновысотной и горизонтальновременной одновременно, и в этом случае мы можем говорить о комбинированной симметрии сразу в двух параметрах (или по двум осям симметрии – времени и высоте). Применительно к вертикальновысотному измерению, отражательную звуковысотную симметрию можно обнаружить в созвучиях с эквивалентным внутренним интервальным строением (уменьшенные и увеличенные трезвучия и септаккорды); при построении новых аккордов с изменением направления интервального расположения в обратном направлении («зеркальные» аккорды). Ещё один пример звуковысотного отражения по горизонтали – это парные комбинации ладов, которые представляют собой линейные построения или гаммы. В этом случае, «отзеркаливая» интервальный состав исходного лада в обратном направлении от тоники (первой ступени лада), которая выступает в качестве звуковысотной оси, мы получаем «новый» симметричный лад, причем мажор преобразуется в минор и наоборот.

2. Перемещение.

Перемещение – это тип музыкальной симметрии, в основе которого лежит повторение исходного звена во времени и по высоте. Перемещение ещё можно назвать сдвижкой по временной или

звуковысотной оси. Повторение – это основополагающее свойство симметрии, будь то буквальное повторение или с определёнными видоизменениями, оно является изначально заключающим в себе «генетический материал» для более сложных преобразований. Различаются два подвида перемещений – простые (с одной операцией симметрии над одним исходным звеном) и сложные (с двумя и более звеньями и преобразованиями над ними). В самом общем случае мы можем представить перемещение $A \rightarrow A1$, где $A1$ – результат симметрии в ходе которой исходный элемент изменяет свою временную или высотную характеристику. В некоторых случаях могут изменяться интервалы перемещений – интервал времени и интервал высоты. В большинстве случаев акт перемещения происходит одновременно в двух измерениях – звуковысотном и временном, что обусловлено целостностью высотновременного комплекса музыкального потока. С точки зрения признаков симметрии, любой звукоряд можно трактовать как вид автоморфического перемещения, где интервальное расстояние от исходного тона (тоники) к последующему, который соответственно повышается или понижается, постоянно расширяется с каждым переходом от тона к тону.

3. Вращение.

Вращение – это тип музыкальной симметрии, который можно рассматривать как специальный вид перемещения, по сути являющийся вращательным перемещением или сдвигом исходного объекта на некоторый угол в плоскости, образующейся системой координат «время – высота». С учётом того, что время находится в постоянном «развёртывании», «движении», вращение представляет собой циклическое перемещение, сдвиг по оси времени музыкального объекта A , который при этом циклически меняет свои звуковысотные характеристики. Принципиальное различие между вращением и перемещением следующее: перемещение теоретически неограниченно в своём количестве, оно имеет линейную направленность и разомкнутую структуру; вращение – это такое же перемещение, но структурированное в замкнутую конфигурацию, повторяющую по кругу свои симметричные преобразования. Соответственно, так же, как и перемещение (сдвиг), вращение мы можем представить выражением $A \rightarrow A1$, где $A1$ – исходный элемент, изменивший временные и звуковысотные характеристики, которые для вращения являются осями симметрии.

Принципы вращательной симметрии лежат в основе темперированного 12-полутонового строя, кварто-квинтового круга, классической функциональной гармонии с внутрिलाдовыми тяготениями «тоника – субдоминанта – доминанта – тоника»; в структуре традиционных квадратных периодов, состоящих из фраз или предложений одинаковой длины и чётного количества тактов. Более мелкие музыкальные структуры вращательной природы – это Альбертиевы басы, повторяющиеся звенья арпеджио, остинатные последовательности, трели.

В процессе композиции и музыкального исполнительства, а также для самой музыкальной конструкции произведения, огромное значение имеет зона размещения кульминации – драматургической вершины музыкальной формы и момента наивысшего эмоционального напряжения. Соломон показывает, что композиторы, сознательно или бессознательно, зачастую организуют размещение кульминаций и временные пропорции своих опусов в соответствии с принципом Золотого Сечения. При анализе 3-й части «Музыки для струнных инструментов, ударных и челесты» Бартока обнаруживается, что «кульминационный эпизод части приходится на 0,618 от общей длины (перевод наш – Т.Я., Ш.Т., Д.А.)»¹⁴. Понятие «Золотого сечения» воплощает принципы симметрии автоморфизма, где части некоего целого состоят между собой в строгих соотношениях: меньшая часть относится к большей так, как большая к целой.

«Главный принцип в презентации идеи – это принцип понимания (перевод наш – Т.Я., Ш.Т., Д.А.)»¹⁵. Понимание в музыке возможно только при условии целостного восприятия, обусловленного целостностью формы, которая является результатом мощного формообразующего фактора – повторения. Музыкальная симметрия через повторение играет решающую роль в восприятии через своё развитие, в целостном усвоении, а значит в понимании музыкального материала. Аналогичную функцию симметрия выполняет и в физике. Именно при помощи симметрии мы приходим к пониманию всего многообразия окружающей нас физической реальности и выражаем её в логических схемах и структурах.

¹⁴ Solomon L.J. Symmetry as a Compositional Determinant. Part. 7. P. 9-10. (URL: <http://solomonsmusic.net/diss.htm> 2002).

¹⁵ Webern A. The Path to the New Music. Bryn Mawr: Theodore Presser, 1963. P. 17.

Как методологический принцип, симметрия в физике активно используется с самых первых этапов её становления и по настоящее время. Как отмечает Л.Б. Окунь: «Симметрия служит тем орудием, используя которое удаётся в калейдоскопе физических явлений выявить основные структуры, свести всё разнообразие физического мира к нескольким десяткам фундаментальных формул»¹⁶. Уже в классической физике были известны симметрии относительно выбора системы отсчёта (однородность пространства), симметрия направлений (изотропность пространства) и однородности времени. Каждой из симметрий соответствует подобность (как тождественность и неизменность) своего физического параметра: однородности пространства соответствует сохранение импульса, изотропии пространства – сохранение момента импульса, однородности (смещения) времени – сохранение энергии. Все эти законы сохранения при принятии условия истинности симметрий носят точный, глобальный характер и выполняются всегда.

Разумеется, проблема симметрии в современной физике исследована достаточно широко и объёмно. Симметрия как методология развития физического знания на сегодняшний день используется во всех разделах физики¹⁷. Более того, можно утверждать, что в самой физике и не только в физике, но и других естественных науках, а также в математике используются всё те же три базовые операции симметрии: отражение, перемещение (смещение), вращение (поворот) и их различные комбинации. В математическом и физическом познании методологическим инструментом изучения симметрии является теория групп, основой которой являются симметрии отражения, перемещения и вращения и их комбинации, применённых к различным математическим объектам¹⁸. Функционирование этих операций симметрий в химии и биологии можно найти в работе И. Харгиттаи, М. Харгиттаи¹⁹. Задачей современной науки и теоретической, и эмпирической является поиск новых параметров, новых фазовых пространств, которые можно условно

¹⁶ Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. М., 1988. С. 11.

¹⁷ См.: Тарароев Я.В., Диреглазов А.Ю. Симметрия как методологический принцип в современном физическом познании // Вопросы истории естествознания и техники. 2012. № 2. С. 43-54.

¹⁸ См.: Вейль Г. Симметрия. М., 1968.

¹⁹ Харгиттаи И., Харгиттаи М. Симметрия глазами химика. М., 1989.

назвать «осями симметрии»; и построения на их основе моделей реальности, которую исследует наука. В физике элементарных частиц требуется гораздо больше независимых физических параметров, описывающих фундаментальные свойства элементарных частиц. Некоторые из этих типов симметрий, к примеру, четность выполняются не всегда. Более подробное описание встречающихся в физике элементарных частиц видов симметрий можно найти, например, в таблице 2.1²⁰. Из всех видов симметрий наиболее иллюстративной и наиболее значимой и с точки зрения онтологии, и с точки зрения развития и понимания природы физики элементарных частиц представляют так называемая *CPT*-симметрия.

Можно утверждать, что *CPT*-симметрия имеет, прежде всего, онтологический характер, поскольку описывает инверсии (преобразования) относительно фундаментальных онтологических категорий. Представляя физическую реальность на самом фундаментальном уровне²¹ как некоторое движение (изменение), которое происходит в геометрическом²² пространстве с течением времени, параметры преобразований *CPT*-симметрии количественно определяют онтологию физической реальности.

В физике *CPT*-симметрия занимает особое место в связи с *CPT*-теоремой, которая утверждает сохранение полной *CPT*-симметрии для всех физических явлений, тогда как каждое из соответствующих преобразований, и *CP*-преобразования в некоторых случаях нарушаются. Рассмотрим немного подробнее её структуру.

Сама *CPT*-симметрия и её составные части являются преобразованием отражения, т.е. в общем случае она имеет вид $A \rightarrow -A$.

C-преобразования представляют собой преобразование зарядов. В общем смысле под зарядом можно понимать причину движения (изменения), т.е. то бытие, ту сущность или форму реальности, которая «заставляет» эти изменения совершаться. Наглядным примером заряда в этом смысле яв-

ляется электрический заряд, который, воздействуя на другой электрический заряд, вызывает механическое перемещение последнего и собственное механическое перемещение. Используя терминологию классической физики, мы можем назвать зарядом любой источник силы, который воздействует на физический объект не непосредственно при взаимодействии, а через пространственный промежуток, т.е. является источником поля. Соответственно каждому полю мы можем приписать свой заряд²³, который симметричен, т.е. имеет положительное и отрицательное значение. *C*-симметрия в своей реализации и означает инверсию зарядов, изменение их знака на противоположный в случае определённых физических преобразований. *C*-симметрия выполняется для электромагнитного и сильного взаимодействий и нарушается для слабых взаимодействий. В её формальном выражении $A \rightarrow -A$ A означает заряд любой природы.

P-преобразования являются преобразованиями пространственного зеркального отражения. Это означает, что при этих преобразованиях все три пространственные координаты меняются на противоположные по знаку. Эта операция отличается от операции вращения. «... Поворот на угол ... вокруг оси ... отличается от (*P* - преобразования) тем, что при повороте изменяются на противоположные две координаты...»²⁴. Изменение всех координат и есть получение зеркального отражения, т.е. инверсия левого в правое и наоборот. В координатной форме *P*-преобразования записываются как $x \rightarrow -x$, $y \rightarrow -y$, $z \rightarrow -z$, и в векторной форме $R \rightarrow -R$. *P*-симметрия выполняется для электромагнитного, сильного и гравитационного взаимодействий и нарушается для слабых взаимодействий. Для слабых взаимодействий в 1957 г. Л.Д. Ландау был предложен комбинированный тип *CP*-симметрии, который так же нарушается в определённых случаях.

T-преобразования представляют собой преобразования времени, при котором характеристики

²⁰ Райдер Л. Элементарные частицы и симметрии. М., 1983.

²¹ Онтологические основы такого представления были заложены ещё Аристотелем. В дальнейшем они существенным образом трансформировались, наполняясь конкретикой, однако это тема отдельного исследования.

²² Т.е. пространстве, имеющем длину, ширину и высоту, и в этом смысле его не нужно путать с фазовым пространством, имеющим в качестве координат физические характеристики.

²³ Проблемным является гравитационное взаимодействие, вопрос о природе (полевой или геометрической) которого остаётся открытым. В случае полевой природы гравитации одним из проявления *C*-симметрии в космологических масштабах может выступать «отталкивающая сила» в виде «тёмной энергии», однако в данный момент это не более, чем не обоснованная гипотеза.

²⁴ Райдер Л. Элементарные частицы и симметрии. М., 1983. С. 44.

времени меняются на противоположные по знаку, т.е. $t \rightarrow -t$. В макромире T -симметрия выполняется везде, кроме термодинамики, в которой её второе начало утверждает темпоральную необратимость. T -симметрия выполняется для всех видов взаимодействий, кроме слабых. Изменения некоторых физических параметрах при каждом вышеописанном типе преобразований можно найти в таблице 2.2²⁵.

Таким образом, CPT -симметрия включает в себя преобразования, связанные с наиболее общими, онтологическими фундаментальными физическими категориями: пространство, время, материя. Пространственным изменениям соответствует P -симметрия, изменениям времени – T -симметрия и изменениям материи (как источника пространственных изменений) – C -симметрия. Именно эти три типа преобразований в самом широком смысле позволяют рассматривать онтологическое содержание преобразований симметрии в физическом знании.

Как видно из вышеизложенного, в самом общем случае симметрия носит всеобщий характер, она описывает принципиально различные типы реальности, что позволяет поставить вопрос о её собственной природе, её онтологическом и логическом представлении и описании. Разумеется, этот вопрос обсуждался в литературе, в том числе и в контексте сравнения использования симметрии в музыке, математике и естествознании. В качестве примера такого обсуждения можно назвать работу М.А. Муратаева «Гармония как закономерность природы» в коллективной монографии «Золотое сечение. Три взгляда на природу гармонии». Он констатирует тот факт, что гармония (симметрия, см.: эпиграф Г. Вейля) имеет не пространственную, а более глобальную природу: «... гармонию нельзя выразить в координатах пространства-времени, необходимо построение особых математических начал»²⁶. В качестве таких математических (а скорее логических) начал он предлагает общее формальное представление гармонии в виде A есть не- A ²⁷. Не вдаваясь в аргументацию автора и не ведя с ним дискуссию, в рамках нашей работы, на наш взгляд, изложенный выше

материал позволяет сформулировать логическое представление о симметрии в виде A есть \hat{A} или $A = \hat{A}$. Символ \hat{A} представляет собой некоторый оператор подобия, трансформирующий первоначальное A , «искажающий» его каким-либо образом. Это «искажение» затрагивает первоначальный объект A только частично, видоизменяя только его некоторые свойства, а другие оставляя без изменений, что и позволяет считать A и \hat{A} подобными. Если под объектом A с логической точки зрения понимать логический субъект S и представить его содержание как некоторый предикативный ряд, как сумму его свойств и качеств, некоторых характеристик $S = \sum P_i$, то тогда «оператор симметрии \hat{A} » (он же оператор подобия) будет изменять одно или несколько свойств (предикатов) P_i объекта A , оставляя другие неизменными. В случае музыкальной симметрии это будут предикаты, выраженные через оси симметрии (время, высота тона, пространственное положение звука), в случае физической симметрии – соответствующие оси симметрии. В частном случае, при CPT -симметрии изменяемыми предикатами будут зарядовые характеристики (C -симметрия), пространственные характеристики зеркального отражения (P -симметрия), и временные характеристики (T -симметрия). Исходя из такого представления симметрии, мы можем найти и ответ на вопрос о природе симметрии, о её онтологических основаниях. Для этого достаточно рассмотреть случай, когда «оператор симметрии \hat{A} » будет «пустым», т.е. он не будет производить никаких изменений и соответственно будет преобразовывать A в самого себя. Тогда логическое представление о симметрии будет иметь вид $A = A$. Это будет закон тождества. Таким образом, мы можем утверждать, что закон тождества является «вырожденным» случаем универсального представления симметрии, и наоборот, сама симметрия является обобщённым выражением закона тождества. Следовательно, мы можем утверждать, что симметрия имеет логическую природу, и в первую очередь она отражает не гармонию объективной действительности, божественный замысел или природное совершенство, а способность человеческого разума гармонизировано воспринимать эту действительность. Все формы симметрии являются необходимыми системообразующими элементами человеческого мышления: симметрия в музыке – элементом музыкального мышления, симметрия в искусстве – элементом художественного мышления, симме-

²⁵ Там же. С. 48.

²⁶ Шевелев И.Ш., Муратаев М.А., Шмелёв И.П. Золотое сечение. Три взгляда на проблему гармонии. М., 1990. С. 150.

²⁷ Там же. С. 152.

трия в физике – элементом научного, физическо-го мышления. Такое понимание симметрии легко объясняет и её нарушения, которые так же являются одним из «инструментов» развития знания, по крайней мере, в физике. О некоторых типах нарушения симметрии в физике говорилось выше, о других можно прочесть в работе Я.В. Тарароев, А.Ю. Диреглазов²⁸. Если понимать симметрию как логическую операцию, при которой происходит изменение одного или нескольких²⁹ предикатов P_i в предикативном ряду $S = \sum P_i$, то её нарушение можно считать логической операцией, при которой происходят изменения большего количества предикатов вместе с исходным. Например, в случае нарушения C -симметрии изменяется предикат не только знака заряда, как в случае выполнения C -симметрии, но и сам предикат, характеризующийся его величиной. В случае «ньютоновского нарушения симметрии Аристотеля³⁰» изменялся не только предикат, характеризующий состояние движения, но и «динамический» предикат, описывающий наличие силы. В состоянии равномерного прямолинейного движения у Ньютона он отсутствовал, тогда как в состоянии ускоренного движения присутствовал.

Следствием нарушения симметрии всегда является обобщение и построение новой операции симметрии. Это можно трактовать как расширение предикативного ряда и добавление в него новых предикатов, которые описывают новые свойства исследуемого объекта и которые задают новые оси симметрии. Нарушение симметрии, как правило, фиксируется в эмпирическом факте, как это было, например, в случае нарушения C -

P - и CP -симметрий, или в случае формулировки первого закона Ньютона, который является опосредованным результатом эмпирических данных и их обобщений. В то же время решение проблемы нарушения симметрии всегда носит, по крайней мере, на первых этапах, теоретический характер. Соответственно для разрешения проблемы нарушения C - и P -симметрий предлагался новый вид симметрии – CP -симметрия, а для решения проблемы нарушения симметрии всех типов движения первым законом Ньютона предлагался новый тип симметрии – симметрия между состоянием покоя и состоянием равномерного прямолинейного движения. И в том, и в другом случае речь идёт о расширении предикативного ряда, открытии новых свойств и соответственно новых осей симметрии, взамен уже существующих. В CP -симметрии эта новая ось лежит в плоскости CP , а в первом законе Ньютона, в силу относительности состояния покоя и равномерного прямолинейного движения, появляется представление о системе отсчёта, относительно которой происходит это разделение, и которую так же можно трактовать как некий предикат.

Итак, основным выводом всего сказанного будет положение о том, что симметрия является нашей способностью мыслить определённым образом, упорядочивая и систематизируя любой объект не только понятийного, но и образного мышления. В этом смысле мы можем говорить, что симметрия имеет логическую или даже металогическую природу, если под логикой понимать понятийное мышление, а под металогикой – и понятийное мышление, и все остальные его формы. Соответственно, вопрос об онтологическом содержании понятия «симметрия» сводится к вопросу об онтологическом содержании логики и человеческого мышления в целом. Ответ на этот вопрос двузначен³¹. Аристотель, как основатель логики, в соответствии со своим учением о материи и форме считал, что логика (а, следовательно, и мышление в целом) имеет объективный характер, оно упорядочивает, оформляет и фиксирует бытие в его общих формах, являясь вместе с материей составной частью бытия. Законы логики, в том числе и закон тождества (а, значит, и его обобщение в виде симметрии), являются принципами бытия. В частности, Аристотель в «Метафизике» говорит

²⁸ Тарароев Я.В., Диреглазов А.Ю. Симметрия как методологический принцип в современном физическом познании // Вопросы истории естествознания и техники. 2012. № 2. С. 43-54.

²⁹ Если в данном случае речь идёт о нескольких предикатах, то эти предикаты взаимосвязаны между собой. Так, например, мы можем говорить об одном пространственном предикате, и в то же время, в силу трёхмерности пространства, представить его как три предиката пространственных измерений в декартовых или полярных координатах.

³⁰ Речь идёт о существующей в физике Аристотеля симметрии между равномерным, прямолинейным и ускоренным движением. Согласно Аристотелю, естественным состоянием тела является состояние покоя, и оба вида движения – равномерное, прямолинейное и ускоренное возможны только под действием силы. Ньютон, утверждая закон инерции, нарушает эту симметрию, поскольку для ускоренного движения сила необходима, а для прямолинейного – нет.

³¹ Подробнее см.: Тарароев Я.В. Онтологические основания современной физики и космологии. М., 2011.

о законе противоречия, что он есть «универсальный принцип бытия»³². Такая точка зрения на природу логики и мышления в целом восходит ещё к Пармениду, который утверждал тождество бытия и мышления. Она актуальна и до настоящего времени, с той лишь разницей, что и у Парменида, и у Аристотеля бытие носило статический, заданный характер, и эта статика отражалась в мышлении, тогда как выводы современной науки говорят о том, что происходит динамичное развитие понятийных концептов и наших представлений о реальности, которую они отражают. Эту точку зрения разделяет значительное количество специалистов в философии, логике, философии науки и других научных дисциплинах, где возникает этот вопрос. При принятии этой точки зрения, и отказываясь от свойств наглядности и статичности бытия у Аристотеля, необходимо констатировать, что симметрия является методологическим структурным каркасом бытия и принципом его конструирования³³.

Вторую точку зрения на взаимосвязь логики (мышления) и бытия уместно выразить цитатой А.А. Зиновьева: «... логика вообще не есть теория бытия, и её правила одинаковы для всех наук, к каким бы сферам бытия они не относились»³⁴. В

свою очередь это есть следствие утверждения о том, что «... сами правила логики не открываются людьми в окружающем нас мире, а изобретаются и совершенствуются вместе с изобретением и совершенствованием таких средств языка как логические знаки»³⁵. Логика и мышление в этом случае представляют собой манипуляции с объектами языка, каким бы язык не был – литературным, музыкальным или научным. Тогда они будут своеобразной «игрой в бисер», совершенной и утончённой манипуляцией, слабо коррелирующей с эмпирическими элементами бытия и его содержанием. У этой точки зрения есть свои сторонники, однако изложенный выше материал «работает» против неё. Тот факт, что у таких различных языков, как язык музыки и язык физики, с их различием объектов, различием семантик, существуют общие принципы, в качестве которых можно рассматривать симметрию, говорит о том, что логика и мышление универсальны и всеобщы. И именно по этому принципу универсальности и всеобщности их можно рассматривать как составную часть бытия, его методологическим структурным каркасом. В этом смысле симметрия во всех своих формах и видах глубоко онтологична.

Список литературы:

1. Аристотель. Сочинения в 4-х т. Т. 1. М., 1981.
2. Вейль Г. Симметрия. М., 1968.
3. Джинс Дж. Наука и музыка. М., 2011.
4. Зиновьев А.А. Логическая физика. М., 1972.
5. Зиновьев А.А. О логике микрофизики // Вопросы философии. 1970. № 2. С. 128-135.
6. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. М., 1988.
7. Павленко А.Н. Европейская космология – основание эпистемологического поворота. М., 1997.
8. Платон. Сочинения в 4-х т. Т. 3. М., 1994.
9. Райдер Л. Элементарные частицы и симметрии. М., 1983.
10. Тараров Я.В., Диреглазов А.Ю. Симметрия как методологический принцип в современном физическом познании // Вопросы истории естествознания и техники. 2012. № 2. С. 43-54.
11. Тараров Я.В. Человек и Вселенная – проблема взаимосвязи // Эпистемология и философия науки. 2006. Т. IX. № 3. С. 124-138.
12. Тараров Я.В. Онтологические основания современной физики и космологии. М., 2011.
13. Харгиттаи И., Харгиттаи М. Симметрия глазами химика. М., 1989.
14. Шевелев И.Ш., Муратаев М.А., Шмельёв И.П. Золотое сечение. Три взгляда на проблему гармонии. М., 1990.
15. Элиот Дж. Симметрия в физике. Т. 1. М., 1983.
16. MacPherson S. Form in Music. London: Joseph Williams, Ltd., 1915.
17. Solomon L.J. Symmetry as a Compositional Determinant. (URL: <http://solomonsmusic.net/diss.htm> 2002).
18. Webern A. The Path to the New Music. Bryn Mawr: Theodore Presser, 1963.

³² Аристотель. Сочинения в 4-х т. Т. 1. М., 1981. С. 464.

³³ Подробнее см.: Тараров Я.В. Онтологические основания современной физики и космологии. М., 2011.

³⁴ Зиновьев А.А. Логическая физика. М., 1972. С. 175.

³⁵ Зиновьев А.А. О логике микрофизики // Вопросы философии. 1970. № 2. С. 128-135.

References (transliteration):

1. Aristotel'. Sochineniya v 4-kh t. T. 1. M., 1981.
2. Veil' G. Simmetriya. M., 1968.
3. Dzhins Dzh. Nauka i muzyka. M., 2011.
4. Zinov'ev A.A. Logicheskaya fizika. M., 1972.
5. Zinov'ev A.A. O logike mikrofiziki // Voprosy filosofii. 1970. № 2. S. 128-135.
6. Okun' L.B. Fizika elementarnykh chastits. M., 1988.
7. Pavlenko A.N. Evropeiskaya kosmologiya – osnovanie epistemologicheskogo povorota. M., 1997.
8. Platon. Sochineniya v 4-kh t. T. 3. M., 1994.
9. Raider L. Elementarnye chastitsy i simmetrii. M., 1983.
10. Tararoev Ya.V., Direglazov A.Yu. Simmetriya kak metodologicheskii printsip v sovremennoy fizicheskom poznanii // Voprosy istorii estestvoznaniya i tekhniki. 2012. № 2. S. 43-54.
11. Tararoev Ya.V. Chelovek i Vselennaya – problema vzaimosvyazi // Epistemologiya i filosofiya nauki. 2006. T. IX. № 3. S. 124-138.
12. Tararoev Ya.V. Ontologicheskie osnovaniya sovremennoy fiziki i kosmologii. M., 2011.
13. Khargittai I., Khargittai M. Simmetriya glazami khimika. M., 1989.
14. Shevelev I.Sh., Murataev M.A., Shmelev I.P. Zolotoe sechenie. Tri vzglyada na problemu garmonii. M., 1990.
15. Eliot Dzh. Simmetriya v fizike. T. 1. M., 1983.
16. MacPherson S. Form in Music. London: Joseph Williams, Ltd., 1915.
17. Solomon L.J. Symmetry as a Compositional Determinant. (URL: <http://solomonsmusic.net/diss.htm> 2002).
18. Webern A. The Path to the New Music. Bryn Mawr: Theodore Presser, 1963.