

# ГАРМОНИЯ — СИММЕТРИЯ — КРАСОТА

© 2017

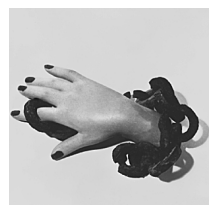
*А.В. Волошинов, С.В. Шиндель*

Греческому слову *αρμονία* по крайней мере три тысячи лет, и за это время оно прошло столь же сложный путь развития, как и вся мировая культура. Впервые оно зазвучало в древнегреческой мифологии в имени богини Гармонии, затем встречается в “Илиаде” и “Одиссее” Гомера, датируемых IX–VII веками до н.э. В “Илиаде” гармония означает *мир, согласие*, а в “Одиссее” — *скрепы, шипы*, которыми Одиссей соединял различные части строящегося корабля.

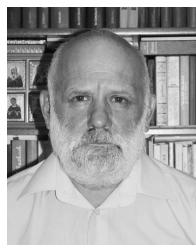
С ростом культуры, развитием философии и расширением языка науки понятие гармонии, сохраняя свое древнее значение *соединения, согласия*, приобрело более глубокий и широкий смысл и стало важнейшей философской и эстетической категорией. Сегодня гармония в философии и эстетике означает *соразмерность частей и целого*, слияние различных компонентов объекта в единое органическое целое.

Но только философией и эстетикой отнюдь не исчерпывается роль гармонии в современной культуре. В поисковой системе Google, например, мы находим более 9 млн документов, содержащих слово “гармония”. Эти необозримые цифры говорят о том, что гармония есть нечто большее, чем научный термин, она принадлежит всей культуре и есть достояние всего общества. Все это и дает основание, следуя Ю.С. Степанову [14], называть гармонию *константой* культуры.

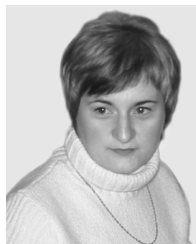
Гармония проявляется всюду, начиная от строения Солнечной системы и кончая духовной жизнью человека и общества. Чем сложнее целостная система, тем содержательнее оказывается гармония, выражающая соотношение разнородных элементов. Кроме того, гармония стала обозначать один из разделов теории музыки, изучающий выразительные средства музыки, основанные на закономерном объединении музыкальных звуков в созвучия (аккорды) и на связи созвучий при их последовательном движении. Таким образом, гармония стала ключевым понятием в музыке — самом таинственном и глубоком из искусств.



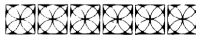
**МЕРА ВСЕХ  
НАУК**



**Волошинов  
Александр  
Викторович** —  
доктор философских  
наук, профессор Са-  
ратовского государ-  
ственного техничес-  
кого университета.  
Постоянный автор  
журнала. E-mail:  
alvoloshinov  
@gmail.com



**Шиндель  
Светлана  
Владимировна** —  
кандидат культуроло-  
гии, Саратовский  
государственный  
технический уни-  
верситет. В журнале  
“Человек” публику-  
ется впервые.  
E-mail:  
schindelsvetlana  
@mail.ru



Учение о гармонии лишь немногим моложе самого слова. Оно возникло в VI веке до н.э. в трудах Пифагора и его учеников. Для пифагорейцев гармония означала организованность Вселенной, она противостояла хаосу и определяла устройство всего мироздания. В пифагорейском взгляде на гармонию как *изоморфное единство разнокачественных начал* нашла отражение глубокая убежденность древних в едином упорядоченном и закономерном его устройстве. Идея гармонии, как всепроникающего единства разнородных и разнообразных элементов, была доведена в пифагорейской философии до своего апогея — идеи внутреннего единства двух полярных высокоорганизованных миров: Микрокосма и Макрокосма. Апофеозом пифагорейской концепции гармонии стал знаменитый античный тезис: “Познай самого себя, и ты познаешь Богов и Вселенную”.

Но что является сущностью, носителем гармонии? Уже в античную эпоху по этому вопросу имелись разногласия. Пифагорейцы считали, что в основе гармонии мироздания лежат число, числовые пропорции и отношения. Это было вполне оправдано, ибо, с одной стороны, числа тесно связаны с реальным миром, в котором все поддается счету, а с другой — они существуют как бы отдельно от него, чужды земной суете и тлену. Открытие же связи между числом и музыкой, между мудростью числа и красотой музыки, укрепило пифагорейцев в своих воззрениях: гармония мироздания виделась им в математических соотношениях.

Иное дело — Гераклит, видевший в основе всего, в том числе и гармонии, борьбу и даже войну противоположностей. “Война — отец всех, царь всех; одних она объявляет богами, других — людьми, одних творит рабами, других — свободными”, — учил Гераклит (DK 22 B 53). Гераклит впервые высказал мысль о двух видах гармонии — *скрытой* и *явной*. По Гераклиту, скрытая гармония лежит в основе красоты и совершенства Космоса и сильнее явной гармонии: “Тайная гармония лучше явной” (DK 22 B 54).

Гармония Пифагора и гармония Гераклита не взаимоисключают, а взаимодополняют друг друга: первая — как единство разнокачественных начал — по своему содержанию ближе к мирозданию, вторая — как единство взаимоисключающих противоположностей — ближе к искусству. Таким образом, со времен Пифагора и Гераклита концепция гармонии мироздания и гармонии искусства развивается в тесной взаимосвязи, а сам термин гармонии одинаково близок и дорог как ученым, так и художникам.

Зерна учения о гармонии, брошенные Пифагором и Гераклитом в благодатную почву средиземноморской культуры, проросли в могучее древо гармонии, живущее и поныне. Учение о гармонии было подхвачено и развито Платоном, чья философия, будто скрепы-гармонии одиссеева корабля, пронизывает не только мировую философию, но и мировую культуру. Платон придал понятию гармонии универсальный смысл, распростра-



А. Волошинов,  
С. Шиндель  
Гармония —  
симметрия —  
красота

Богиня Гармония  
(слева), ее супруг  
Кадм, повергающий  
дракона, и дочь  
фиванского царя  
Эдипа Исмена  
(справа). Рисунок  
на краснофигурном  
кратере. 350–340  
годы до н.э. Лувр.  
Париж

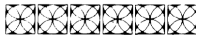
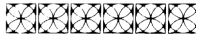
нив космологическую и математическую теории пифагорейцев на нравственный и духовный космос человека.

В стенах Академии Платона учение о гармонии наполнилось еще одним универсальным качеством. В школе Пифагора была сформулирована аксумата, гласившая: “Что самое прекрасное? Гармония” (DK 58 C 4). Таким образом, еще пифагорейцами был сформулирован тезис о том, что *красота есть гармония*. Эта важнейшая аксиома всей пифагорейской эстетики (поскольку аксуматы принимались без доказательства, их вполне можно назвать аксиомами) фактически ставила знак равенства между красотой и гармонией.

Платон пошел дальше и в “Филебе” сформулировал свое знаменитое определение красоты: “умеренность и соразмерность всюду становятся красотой и добродетелью” (Филеб 64c). Так родился второй пифагорейско-платоновский тезис: *красота есть соразмерность* (συνμετρία). Фактически был поставлен знак равенства между тремя важнейшими понятиями: красотой, гармонией и симметрией. Так родилась знаменитая триада *гармония — симметрия — красота*, элементы которой, подобно христианской Троице, понимались как нераздельные и неслиянные сущности.

И сегодня простые смертные постоянно смешивают понятия красоты, гармонии и симметрии, а среди профессионалов идут бесконечные споры о том, как развести эти понятия. Здесь мы рискнем кратко изложить свое видение проблемы. Еще Филолай, ученик Пифагора во втором поколении, писал: “...Вещи подобные и однородные нисколько не нуждаются в гармонии, а неподобные, неединородные и не одного порядка необходимо должны быть сопряжены гармонией, с тем чтобы удерживаться вместе в космическом порядке” (DK 44 B 6). Таким образом, согласуя разногласное, гармония упорядочивает мироздание, превращает его в космос.

Но слово *κόσμος* имеет у греков и второй смысл: это не только порядок, но и украшение, прекрасное обустройство. Так что



космос для греков — не просто мировой порядок, но и прекрасное устройство мироздания. И таковым прекрасно обустроенным космос делает именно гармония. Итак, *гармония есть объективный закон порядка*, царящего в мироздании. И уже от “первой” природы, согласно теории мимезиса Аристотеля, гармонический порядок прививается “второй” природе — искусству и культуре в целом. Благодаря второму значению слова “космос”, мы можем сказать, что *гармония есть и объективный закон красоты*, а *красота есть субъективная оценка гармонии*.

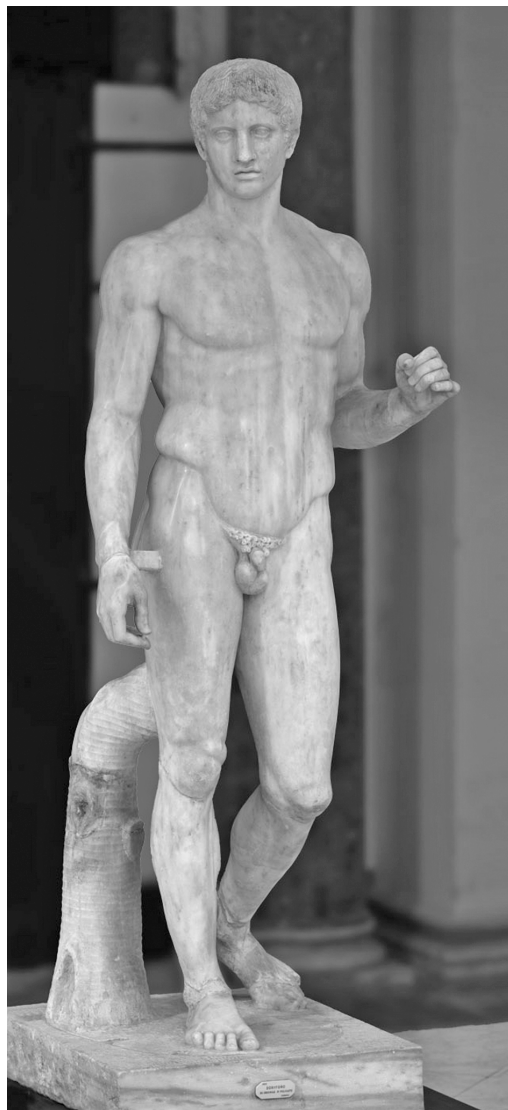
Но как именно гармония упорядочивает космос? Этого мы не знаем, ибо гармония есть только качественный признак порядка. Чтобы познать закон, нужно знать его количественное выражение — такой количественной характеристикой гармонии служит прежде всего симметрия. Поскольку симметрия сегодня понимается расширительно как сохранение (инвариантность) некоторой характеристики, то к разновидностям симметрии следует отнести и *пропорцию* как инвариант роста, и *золотое сечение* как геометрическую пропорцию, обладающую аддитивным свойством, и *ритм* как переносную симметрию в пространстве или во времени, и, наконец, *фракталы* как самоподобные структуры, имеющие инвариантную морфологию в различных масштабах. Таким образом, все известные в истории мировой культуры объективные законы красоты (иными словами — количественные характеристики гармонии) построены на едином принципе — *принципе симметрии*. В каждую культурную эпоху превозносились одна из этих характеристик как эталон красоты или доминанта искусства, так что Античность можно назвать эпохой зеркальной симметрии, Средневековье — эпохой пропорции, Ренессанс — эпохой золотого сечения, а Новое время — эпохой ритма.

Итак, универсальный принцип симметрии есть важнейший количественный закон гармонии, а значит, и важнейший закон красоты. Именно всеобщность симметрии как константы мировой гармонии позволила Юджину Вигнеру в своей нобелевской лекции в 1964 году назвать симметрию *сверхпринципом науки* [4], а нам в парафраз Вигнеру назвать симметрию и *сверхпринципом искусства* [24]. Подлинный гимн симметрии в искусстве XX века прозвучал в творчестве голландского художника Маурица Эшера и французского композитора Оливье Мессиаана.

Еще Гомер говорил о двух путях познания мира — *пути мысли* и *пути сердца*, то есть с помощью рациональных понятий или благодаря чувственным образам. Так вот путем сердца эстетическая мощь симметрии была “угадана” еще в эпоху неолита. Многочисленные образцы неолитических и даже палеолитических орнаментов, разбросанные по всему миру, красноречиво убеждают нас в этом. Безупречная *математическая* симметрия неолитических орнаментов, равно как и их чарующая *эстетическая* привлекательность не оставляют сомнений в том, что математика и эстетика шли рука об руку уже с доисторических времен. Не случайно неолитическими орнаментами начинаются и книги по истории

математики [16], и энциклопедии по истории искусств [12]. Собранные вместе в книге югославского математика и искусствоведа С. Яблана [21] и проанализированные им методами теоретико-группового анализа, эти орнаменты поражают не только эстетическим изяществом рисунка, но и математической глубиной заложенных в них симметричных свойств.

Однако *путем мысли* человечество пришло к принципу симметрии только в XX веке. Именно тогда стало отчетливо понятно, что принцип симметрии фактически лежит в основе всего мироздания. Математический аппарат рационального осмысления симметрии был заложен Эваристом Галуа 30 мая 1832 года в ночь перед дуэлью, на которой он был убит в возрасте 21 года. Но только по прошествии без малого 100 лет теория групп Галуа становится мощным инструментом анализа свойств симметрии. В 1918 году Эмми Нётер доказала знаменитую теорему о соответствии каждому виду симметрии своего закона сохранения. В середине XX века американские физики Цзундао Ли и Чжень-нин Янг (1958), а затем Юджин Вигнер (1963) получили Нобелевские премии за открытие фундаментальных законов симметрии атомного ядра. В это же время Джеймс Уотсон, Фрэнсис Крик и Морис Уилкинсон (1962) получили Нобелевскую премию за установление молекулярной структуры нуклеиновых кислот — открытие знаменитой симметричной структуры двойной спирали молекулы ДНК. И тогда же с помощью мощных телескопов были открыты спиральные галактики, так что спиральная симметрия стала известна повсюду — от микро- до макрокосмоса. В конце XX века Роберт Кёрл, Харольд Крото и Ричард Смолли (1996) были удостоены Нобелевской премии по химии за открытие *фуллеренов* — высоко симметричных аллотропных форм углерода, соединенных в виде выпуклых многогранников, составленных преимущественно из правильных пяти- и шестиугольников и содержащих 60 и более атомов углерода. Благодаря выдающейся роли фуллеренов в наноминералогии и микроэлектронике их



Поликлет. Дорифор (копьеносец). Мраморная римская копия с бронзового греческого оригинала. Национальный археологический музей. Неаполь. 450–440 годы до н.э. Дорифор — не скульптурный портрет, а скорее “формула совершенного человека”, иллюстрация к утраченному трактату “Канон Поликлета”. Однако какую именно систему пропорционирования исповедовал Поликлет, остается загадкой



Расписная керамика типа Мацзяо. Национальный музей истории Китая. Пекин. 3900–3500 годы до н.э. Трансляционная симметрия антропоморфных фигур

можно назвать телами Платона XXI века.

Вместе с осознанием выдающейся роли законов симметрии в природе была обнаружена интересная особенность их проявления. Как оказалось, природа почти симметрична, но не математически точно симметрична. Природа не терпит точных симметрий — именно приближительная симметрия господствует в ней. В качестве примера укажем на траектории планет Солнечной системы, которые со времен Пифагора считались иде-

ально симметричными кругами (напомним, что круг при любом повороте совпадает сам с собой, то есть обладает поворотной симметрией бесконечного порядка — высшим типом поворотной симметрии). Однако Кеплер установил, что на самом деле траектории планет являются чуть сплюснутыми эллипсами с ничтожным эксцентриситетом равным приблизительно  $1/60$ . Аналогичные незначительные отклонения от точной симметрии были обнаружены в XX веке и в строении микромира, а конец XX — начало XXI века знаменовались чередой Нобелевских премий за открытие нарушения законов симметрии в субатомной физике. В 2008 году Нобелевские премии по физике были вручены японским физикам Йоитиро Намбу за открытие механизма спонтанного нарушения симметрии в субатомной физике, а также Макото Кобаяси и Тосихиде Маскава за открытие источника нарушения симметрии, которое позволило предсказать существование как минимум трех поколений кварков в природе [15].

Жизненно важным для всего Мироздания стало нарушение симметрии между частицами и античастицами при возникновении Вселенной 14 млрд лет назад в результате Большого взрыва. Если бы количество материи и антиматерии в то время было одинаковым, материя и антиматерия должны были бы взаимно проаннигилировать. Этого не произошло благодаря ничтожному нарушению симметрии: на 10 млрд частиц антиматерии материи оказалось на одну частицу больше. Впрочем, подробности механизма Большого взрыва до сих пор оставляют больше вопросов.

Механизм возникновения приближительной симметрии в природе также остается пока неясным. По поводу загадки приближительной симметрии нобелевский лауреат Р. Фейнман остроумно заметил: “...истинное объяснение приближительной симметрии мира состоит в следующем: боги сотворили законы только приближенно симметричными, чтобы мы не завидовали их совершенству!” [17, с. 258].

Боги богами, но ясно, что симметрия стала важнейшим компонентом всей научной культуры. Нам трудно удержаться и не

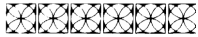
привести взволнованные слова о симметрии из нобелевской лекции Чжень-нин Янга: “Чувство глубочайшего уважения к мощи законов симметрии никогда не ослабевает у того, кто обдумывает изящество и красоту безупречных математических доказательств и сопоставляет это со сложными и далеко идущими физическими и философскими следствиями” [20, с. 80]. Не меньшую роль идея симметрии играет и во всей истории художественной культуры. Как отмечал выдающийся математик XX века Герман Вейль “Симметрия... является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытался постичь и создать порядок, красоту и совершенство” [3, с. 37]. Постичь порядок и красоту мироздания — это путь идеи симметрии в науке. Создать красоту и совершенство — это смысл жизни идеи симметрии в искусстве.

Идея симметрии для человека носит архетипический характер. От “видимой глазом” природной симметрии до “видимой разумом” научной концепции — таков путь идеи симметрии в культуре. Именно архетип симметрии формирует в сознании человека идею гармонии мироздания, которое именно по этой причине и было названо древними греками *космосом*.

Космология вообще выросла на почве идеи симметрии. Как отмечено в одной из книг [24], именно идея симметрии как способ достижения гармонии и совершенства привела Пифагора к верной гипотезе о шарообразности Земли и круговых траекториях планетных орбит, так как только шар и окружность обладают центральной симметрией бесконечного порядка, в высшей степени совершенны. Так и Платон только из эстетических соображений, из соображений симметрии, объявил атомы четырех стихий правильными многогранниками и по существу предвосхитил законы симметрии микромира. По-видимому, то же триединство *гармонии — симметрии — красоты* подсказало Резерфорду планетарную модель атома. Таким образом, на всех этапах развития научной культуры эстетическое содержание симметрии придавало этой идее и мощный эвристический потенциал.

Не будет преувеличением сказать, что XX век прошел под знаком принципа симметрии. Однако подлинное объяснение универсальности симметрии в “первой” и “второй” природе получило в конце XX века в новой науке *синергетике*. Как утверждает основной принцип синергетики — *принцип универсального эволюционизма*, — всякая неравновесная динамическая система эволюционирует в направлении, приводящем к ее самоорганизации, причем характер самоорганизации не зависит от природы системы, а определяется ее симметрией и симметрией воздействия. Симметрия лежит в основе эволюции систем, а эволюция — это движение, это жизнь.

Универсальность вообще является отличительной чертой синергетики, которая устанавливает поистине удивительные аналогии в поведении различных систем, изучаемых разными науками. Это свойство синергетики настойчиво отмечал ее отец-



основатель Г. Хакен: “В течение длительного времени казалось, что в науке появляется все большее и большее количество дисциплин и что вообще не существует объединяющего их принципа. Однако в последние два десятилетия эта тенденция изменилась. Предпринимается ряд попыток навести мосты между различными науками. Синергетику можно рассматривать как один из таких мостов” [18, с. 106]. С легкой руки Хакена синергетику и называют сегодня *мостом между естествознанием и гуманитарными науками*.

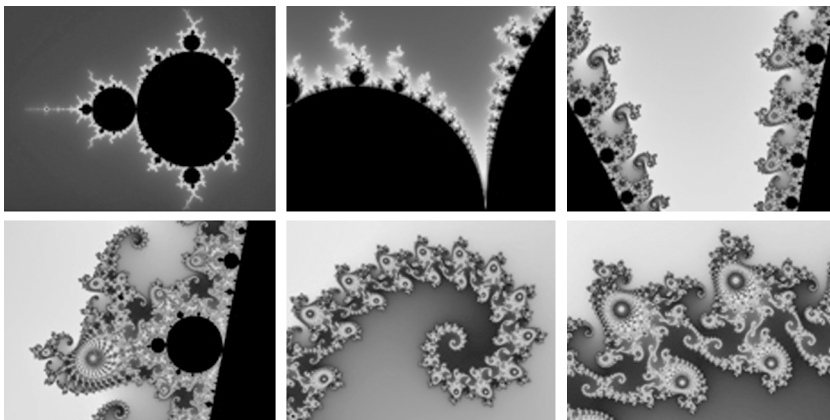
Синергетика, как известно, разрабатывает новые математические методы изучения хаоса. Она также позволяет дать новую эстетическую оценку креативной роли хаоса в мироздании. На протяжении всей истории мировой культуры хаос имел негативную окраску, и гармония мироздания понималась только как преодоление первородного хаоса порядком. Соответственно и красота на протяжении 2500 лет, начиная с Платона, понималась только как устойчивый порядок и симметрия. Синергетическая парадигма открывает новое видение красоты как неустойчивого балансирования на границе космоса и хаоса. Порядок и хаос есть не только онтологически взаимно дополняющие друг друга противоположности, но и эстетически взаимно переходящие одна в другую оппозиции. Космос — это *красота актуальная*, тогда как хаос есть *красота потенциальная*<sup>1</sup>. И вновь нетрудно заметить, как свойства *актуальной и потенциальной красоты* в философии красоты — эстетике — перекликаются со свойствами *актуальной и потенциальной бесконечности* в философии математики, на которые обратил внимание еще Аристотель.

Ярким примером балансирования красоты на границе космоса и хаоса стали открытые в конце XX века *фрактальные структуры*, которые, как уже отмечалось, также являются разновидностью симметрии подобия. Не только сами фракталы стали объектом пристального внимания синергетики, но и красота фракталов оказалась предметом самых заинтересованных обсуждений. Причудливые петли *странного аттрактора Лоренца* и загадочные лабиринты *множества Мандельброта* поразили своей красотой их первооткрывателей. Только с появлением компьютеров, сделавших возможной визуализацию фрактальных структур, “правополушарные” критерии их яркой красоты породили “левополушарную” лавину “фрактального бума” в науке. Путь мысли и путь сердца сошлись во фракталах воедино.

С выходом в свет знаменитой книги Б. Мандельброта “Фрактальная геометрия природы” [23] стала понятной и выдающаяся роль фрактальных структур в морфологии природы. Сегодня в парафраз известному высказыванию Галилея можно сказать, что *книга природы написана на языке фракталов*. В ряде работ [8–10, 25] предпринимаются первые попытки доказательства того, что и *книга искусства написана на языке фракталов*. Таким образом, морфология фракталов выступает как “хакеновский мост” между морфологией природы и морфологией искусства.

<sup>1</sup> Подробнее о роли космоса и хаоса в онтологии красоты [7, гл. 1].





А. Волошинов,  
С. Шиндель  
Гармония —  
симметрия —  
красота

Множество  
Мандельброта  
и его увеличенные  
фрагменты.  
Красота и гармония  
космоса и хаоса во  
фрактальных  
структурах

Важнейшим свойством фрактала, как известно, является его самоподобие, которое понимается как в классическом линейном смысле, когда часть есть точная копия целого, так и в неклассическом нелинейном смысле, когда часть есть деформированная “похожая” часть целого. Теоретически самоподобие фрактала бесконечно, хотя визуально мы в состоянии различить не более 5–7 фрактальных самоподобий. С такой ситуацией мы встречаемся в искусстве.

Многие фрактальные самоподобия как в пространственных, так и в темпоральных искусствах основаны на ряде золотого сечения. В архитектуре это храм Василия Блаженного в Москве и пагода храма Янусидзи в г. Нара (Япония), в живописи — “Троица” Андрея Рублева и “Восемь красных прямоугольников” Казимира Малевича, в музыке — Хроматическая фантазия И.С. Баха и этюды Шопена, в поэзии — стихотворение Пушкина “Из Пиндемонти” и стихотворение Вознесенского “Гойя” и т.д.<sup>2</sup> Нередки примеры изоморфных и просто тождественных фрактальных структур, основанных на ряде золотого сечения, что позволяет говорить о единой фрактальной грамматике искусства и отнести свойство фрактальности к метаязыку различных по природе искусств.

Ряд золотого сечения, как отмечалось ранее, является одной из разновидностей динамической симметрии и играет выдающуюся роль в формировании гармонии и красоты. Мы отмечали, что XX век прошел под знаком принципа симметрии. Но после эпохи Ренессанса, Пачоли и Леонардо, его можно назвать и веком *постнеклассического ренессанса* золотого сечения. В XX веке закон золотого сечения получает огромное число поразительных эмпирических доказательств и приложений в самых различных областях знания. Укажем только некоторые из них. Начнем, разумеется, с математики.

В 1974 году оксфордский астрофизик и математик Роджер Пенроуз изобрел способ квазипериодического покрытия плоскости с помощью двух типов ромбов, имеющих пропорции золотого сечения: “толстого” ромба со сторонами  $1$  и большей диагональю

<sup>2</sup> Подробнее см. [7, 8].



$\Phi = 1,618\dots$  и “тонкого” ромба со сторонами  $l$  и малой диагональю  $\varphi = 1/\Phi = 0,618\dots$  Покрытие Пенроуза образует изящную квазипериодическую структуру, тяготеющую к пентагональной симметрии. При больших площадях покрытия отношение “толстых” и “тонких” ромбов стремится к числу  $\Phi$ . Понятно, что и “толстые”, и “тонкие” ромбы как фигуры с пропорциями золотого сечения содержатся в пифагорейской пентаграмме.

Позже японский физик Ясунари Ватанаба предложил компьютерный алгоритм по раскраске решеток Пенроуза и, выбирая различные гаммы цветов, создал изящный календарь из 12 месяцев года — прекрасный образец единения математики и эстетики [26]. Свой календарь Ватанаба демонстрировал в 1996 году на Международной конференции “Математика и искусство” в Суздале.

В 1976 году Роберт Амманн обобщил двумерную задачу Пенроуза на трехмерный случай и нашел трехмерные квазипериодические покрытия пространства “толстыми” и “тонкими” ромбоэдрами. Однако и двумерные, и трехмерные квазипериодические покрытия, по признанию самого астрофизика Пенроуза, оставались не более чем математическими развлечениями, изящной игрой эстетствующего ума математиков.

Каково же было изумление и Пенроуза, и Амманна, и всей научной общественности, когда через десять лет, в 1984 году, израильский материаловед Дан Шехтман открыл квазипериодические структуры очень похожие на решетки Пенроуза — Амманна в алюминий-марганцевом сплаве. Эти структуры, названные *квазикристаллами*, представляют собой неперриодические структуры, основанные на пентагональной и икосаэдрической симметрии, и в силу этого пронизаны пропорциями золотого сечения по всем направлениям. Открытие Шехтмана буквально перевернуло современную кристаллографию, ибо всегда считалось, что симметрия пятого порядка может встречаться только в живой природе и в мире кристаллов в принципе невозможна. Как заметил М. Ливини, “это открытие было настолько шокирующим для кристаллографов, как обнаружение стада пятиногих коров для зоологов” [22, с. 206–207].

Излишне говорить, что поначалу научная общественность приняла в штыки открытие Шехтмана. Непререкаемый авторитет в физической и биологической химии, дважды лауреат Нобелевской премии, президент американского химического общества Лайнус Полинг так отозвался о квазикристаллах: нет квазикристаллов — есть квазиученые. Потребовалось четверть века, чтобы научная общественность “привыкла” к открытию Шехтмана, и в 2011 году Шехтману была присуждена Нобелевская премия по химии за открытие квазикристаллов.

В 2001 году ученые из Базельского университета с коллегами из университета штата Айова с помощью техники сканирующей туннельной микроскопии получили четкие фотографии поверхностей квазикристаллов алюминий-медно-железного и алю-

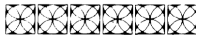
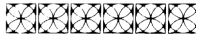
миниево-палладиево-марганцевого сплавов. На фотографиях хорошо видны плоские террасы, заканчивающиеся уступами двух типов — “высокими” и “низкими” (высота обоих уступов измеряется стомиллионными долями *сантиметра!*), а отношение высот уступов равняется числу  $\Phi$ .

В 2002 году русский физик-теоретик Юрий Владимиров построил *теорию кваркового икосаэдра*, поместив в 12 вершин икосаэдра левые и правые компоненты кварков шести ароматов [5]. Платоновы тела вновь заняли свое место в структуре микромира! Вообще додекаэдро-икосаэдрическая доктрина, восходящая к платоновской космологии и кеплеровской модели Солнечной системы, не утратила своей актуальности. Гипотеза французских ученых Бимона и Пуанкаре о додекаэдрической форме Земли имеет сторонников, в том числе и в России.

Заканчивая додекаэдро-икосаэдрическую тему (напомним, что эти фигуры являются двойственными и рассмотрение одной из них подразумевает неявное рассмотрение и другой) отметим, что еще в XIX веке выдающийся немецкий математик Феликс Клейн назвал икосаэдр главным геометрическим объектом математики, связующим воедино все ветви математики [11]. Поскольку же *книга природы написана на языке математики*, то икосаэдр должен занять и главенствующее место в структуре мироздания. Открытия XX века все более убеждают нас в правоте провидческих идей Клейна.

От математики мы естественным образом перешли к естествознанию, точнее к физике микромира. Но и в макрокосме закон золотого сечения обнаруживается с завидным постоянством. Российский астроном К.П. Бутусов установил, что отношение периодов обращения соседних планет вокруг Солнца равно либо золотой пропорции 1,618, либо ее квадрату 2,618. Как отмечает сам Бутусов, «кажется весьма удивительным, что Кеплер, писавший о “золотом сечении” и занимавшийся проблемой гармонии мира, не открыл этой закономерности!» [2]. От макрокосма перейдем к живой природе.

С тех пор как в 1754 году швейцарский натуралист Шарль Бонне обнаружил, что расположение листьев на стебле описывается числами Фибоначчи, учение о *филлотаксисе* (листорасположении) стало едва ли не первой попыткой внедрения математических методов в биологию. За 250 лет истории филлотаксиса сделано немало открытий, хотя до сего времени нет теории, объясняющей, например, законы расположения семечек в розетке подсолнуха, причины возникновения в ней “левых” и “правых” спиралей, число которых равно двум соседним числам Фибоначчи (а отношение, следовательно, — числу  $\Phi$ ), и т.д. Новым шагом в теории филлотаксиса стало открытие украинским ученым О. Боднаром *закона преобразования спиральных биосимметрий*, который является убедительным подтверждением гипотезы В.И. Вернадского о неевклидовом характере геометрии живой природы [1].



Сотрудник Пушинского научного центра В.Д. Цветков всю жизнь посвятил изучению работы сердца и обнаружил целый спектр золотых отношений в различных структурах сердечного цикла. Самым простым и понятным оказывается здесь отношение систолического давления к диастолическому, а также отношение времени полного сердечного цикла к времени диастолической фазы и последней к систолической — все они близки к числу  $\Phi$ . Ученый построил и “теорию сердца”, основанную на вариационных принципах, и показал, что именно число  $\Phi$  обеспечивает максимальную степень эффективности работы сердца с минимальными затратами энергии мышечной массы, крови и сосудистого материала [19]. Цветковым также найден оптимальный угол ветвления артериальных сосудов, который оказался равным  $75^\circ$ .

Но ведь это угол при вершине пирамиды Хеопса! А, как показано в работе [6], это и угол, образованный диагоналями прямоугольника иконы “Троица” Андрея Рублева, обеспечивающий ее уникальную гамму пропорций и тесно связанный с коэффициентом золотого сечения. Таким образом, объединяет пирамиду Хеопса и “Троицу” Рублева не только непреходящая эстетическая ценность, но и внутреннее математическое единство. Сопоставляя же эти углы с углом ветвления кровеносных артерий, получаем, что эстетически значимое оказывается и энергетически оптимальным. Выходит, прав был Сократ, утверждая, что *красота есть целесообразность!*

Совсем недавно математик и специалист по бионике С.В. Петухов обнаружил золотое сечение в матрице генетического кода и получил поразительный по простоте, изяществу и симметричному совершенству результат, связующий матрицу основных коэффициентов золотого сечения  $\Phi = 1,618$  и  $\varphi = 1/\Phi = 0,618$  с матрицей первых чисел Фибоначчи 2 и 3 [13]:

$$\begin{vmatrix} \Phi & \varphi \\ \varphi & \Phi \end{vmatrix}^2 = \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$$

Нет сомнений в том, что этой формуле еще предстоит сыграть важную роль в понимании внутренних связей натуральных чисел Фибоначчи и иррационального числа  $\Phi$ .

По сей день не затихают споры, какую систему пропорционирования — иррациональные пропорции золотого сечения или рациональные пропорции модульной системы — использовал Поликлет в “Дорифоре” или Леонардо да Винчи в “Витрувианском человеке”. Но не является ли формула Петухова лучшим доказательством внутреннего единства золотого сечения и чисел Фибоначчи? Ясно, что Леонардо пошел дальше банальной иллюстрации к теории пропорционирования Витрувия и отразил в “Витрувианском человеке” единство земного (квадрат) и божественного (круг). Но, может быть, подлинный “код да Винчи”, скрытый в “Витрувианском человеке”, состоит в единстве гармонии мироздания, симметрии живого и красоте человека?

## Литература

1. *Боднар О.Я.* Геометрия филолотахсиса // Доклады АН Украины. 1992. № 9.
2. *Бутусов К.П.* Золотое сечение в Солнечной системе // Астрометрия и небесная механика. М.; Л., 1978.
3. *Вейль Г.* Симметрия. М.: Наука, 1968.
4. *Вигнер Е.* События, законы природы и принципы инвариантности (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. 1965. Т. 85. Вып. 4.
5. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: Бином, 2002.
6. *Волошинов А.В.* “Троица” Андрея Рублева: геометрия и философия // Человек. 1997. № 6.
7. *Волошинов А.В.* Математика и искусство. 2-е изд., дораб. и доп. М.: Просвещение, 2000.
8. *Волошинов А.В.* Об эстетике фракталов и фрактальности искусства // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. М.: Прогресс-Традиция, 2002.
9. *Волошинов А.В.* Гомер — Данте — Солженицын: фракталы искусства // Языки науки — языки искусства. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004.
10. *Волошинов А.В.* “Двенадцать” Блока: музыка, фракталы, хаос // Человек. 2007. № 3–4.
11. *Клейн Ф.* Лекции об икосаэдре и решении уравнений пятой степени. М.: Наука, 1989.
12. *Мириманов В.Б.* Первобытное и традиционное искусство. Малая история искусств. М.: Искусство; Dresden: Veb Verlag der Kunst, 1973.
13. *Петухов С.В.* Симметрии в биологии // Шубников А.В., Копчик В.А. Симметрия в науке и искусстве. 3-е изд. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004.
14. *Степанов Ю.С.* Константы: Словарь русской культуры. 3-е изд., испр. и доп. М.: Академический проект, 2004.
15. Страсть к симметрии. Нобелевские лекции по физике — 2008 // Успехи физических наук. 2009. Т. 179. № 12.
16. *Стройк Д.Я.* Краткий очерк истории математики. М.: Наука, 1978.
17. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Вып. 4. М.: Мир, 1965.
18. *Хакен Г.* Синергетика как мост между естественными и социальными науками // Синергетическая парадигма. Человек и общество в условиях нестабильности. М.: Прогресс-Традиция, 2003.
19. *Цветков В.Д.* Сердце, золотое сечение и симметрия. М.: Пушкинский научный центр, 1999.
20. *Янг Чжень-нин.* Закон сохранения четности и другие законы симметрии (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. 1958. Т. 66. Вып. 1.
21. *Jablan S.V.* Theory of Symmetry and Ornament. Beograd: Matematički institut, 1995.
22. *Livio M.* The Golden Ratio. N.Y.: Broadway Books, 2002.
23. *Mandelbrot B.B.* The Fractal Geometry of Nature. San Francisco: Freeman, 1982.
24. *Voloshinov A.* Symmetry as a Superprinciple of Science and Art // Leonardo, 1996. Vol. 29. No. 2.
25. *Voloshinov A.* Fractals in Art: from Homer to Solzhenitsyn. Art and Science. Proceedings of the XVIII Congress of International Association of Empirical Aesthetics // Ed. by J.P. Frois et al. Lisbon: Calouste Gulbenkian Foundation, 2004.
26. *Watanaba Y., Ikegami Y.* Invitation to Tiling Art // Mathematics and Art. Proceedings of the International Conference. М.: Прогресс-Традиция, 1997.

*А. Волошинов,  
С. Шиндель*  
Гармония —  
симметрия —  
красота