

ЗОЛОТАЯ ГАРМОНИЯ, ПРИНЦИП ОПТИМАЛЬНОГО ВХОЖДЕНИЯ И СЕРДЦЕ

Структурная гармония и «противоположности»

При поисках новых подходов к решению крупных научных проблем нередко происходит возвращение к древним истокам. Отмечая преобладание идей в науке, выдающийся биолог-теоретик А.А. Любищев писал: «Прошлое науки - не кладбище с надгробными плитами над навеки похороненными идеями, а собрание недостроенных архитектурных ансамблей, многие из которых не были закончены не из-за несовершенства замысла, а из-за технической и экономической несвоевременности» /Любищев, 1962, с. 212/. К сокровищам, оставленным нам в наследство, следует отнести фундаментальные научные идеи, которые пронизывают все этапы научно-технического прогресса и оказывают влияние на различные области науки, искусства, философии и техники. Современная наука, в которой преобладают процессы дифференциации, остро нуждается в некоторой междисциплинарной, интегрирующей научной дисциплине. Таким междисциплинарным научным направлением может стать, по мнению академика А.П. Стахова, учение древних о Гармонии. Такое мнение имеет глубокое теоретическое обоснование. Все философы, исследующие проблему гармонии, начиная от Пифагора, Платона и до наших дней, сходятся в одном: «гармония царит во всем мире, она является упорядочивающим и творческим началом всей природы и космоса» /Стахов, 2005/. Философы Древней Греции понимали гармонию как всеобщий закон Природы, в основе которого лежат числа, их сочетания и пропорции. По определению современного русского философа А.Ф. Лосева, «гармония – соразмерность частей и целого, слияние различных комплексов объекта в единое органическое целое» /Лосев, 1971, с. 128/. Это определение имеет общий характер для любых живых систем и объектов творческой деятельности человека. Современная наука приближается к раскрытию одного из сложнейших научных понятий - понятия Гармонии, которое согласно Пифагору лежит в основе мироздания. Можно сказать, что Гармония является своего рода универсальным знаком высшего «качества» творений Природы и человека.

В науке под гармонией подразумевается наиболее эффективное сопряжение «противоположностей» (пар) в рассматриваемом объекте. Впервые в истории представление о мире как внутренне противоречивом, гармоничном целом было выработано древними греками. Первое структурное определение гармонии дано древнегреческим мыслителем Гераклитом: «В мире существует единство, но это единство (гармония) образуется сочетанием **противоположностей**» /по Б. Рассел, 2003/. По Гераклиту краеугольным положением единства целого и части является гармония множества **парных** «противоположностей». Идея о гармоничности мира (и систем), связанная с числовыми соотношениями противоположностей внутри объекта, берет начало от философов Древней Греции (5 в. до н. э.). «Бог, - учили пифагорейцы, - положил числа в основу мирового порядка. Бог – это единство, а мир – множество и состоит из противоположностей. То, что приводит противоположности к единству и создает все в космосе, есть гармония. Гармония является божественной и заключается в числовых отношениях» /по Варден, 1959, с. 129/. Особо значимыми пифагорейцы считали 10 пар противоположностей: чет – нечет, прямое – кривое, правое и левое, мужское и женское и т.д. С этим периодом человеческой культуры связывают осознание структурной гармонии природы. Это представление приобретает все большее признание в современной науке. «Гармония, - указывает Э.М. Сороко, - не обладает каким-либо смыслом вне противоречивости» /Сороко, 1984, с. 80/. Он же пишет: «Великая карта оптимальных состояний природы, согласно которой та создает свои порядки, написана языком противоположностей, контрастности, противодействий» /Сороко, 1984, с. 101/. Гармония представляет диалектическое единство противоположных начал в явлениях Природы. Гармония естественных систем природы характеризуется равновесием «противоположностей», она представляет стабильность, устойчивость и предельное совершенство естественных систем Природы.

Особое место в учении пифагорейцев о гармонии занимает пропорция золотого сечения. «С точки зрения Платона, да и вообще с точки зрения всей античной космологии, - писал А.Ф. Лосев, - мир представляет собой некое пропорциональное целое, подчиненное закону гармонического деления – золотого сечения». Действительно, закон золотого сечения имеет место и в живой, и неживой природе, и в музыке, и в архитектуре, и в живописи, и в литературе. Это структурно-математическая характеристика, которая представляет структуру объекта независимо от содержания, которое несет в себе его форма. Уникальная особенность золотого сечения состоит в том, что оно может быть мерой гармонии, связывая «противоположности» в единое гармоническое целое. Ряд золотых чисел обладает уникальным комплексом свойств. В золотой последовательности чисел одновременно представлены свойства геометрической прогрессии, арифметического рекуррентного ряда и симметрии подобия. Отметим, что объект нашего исследования – сердце человека и млекопитающих - «сконструирован» Природой с использованием золотых «противоположностей» /Цветков, 1993, 1997, 2008/.

Пропорция золотого сечения в науке и искусстве

Пропорции занимали особое положение в методологии древних мыслителей. «Древние, - писал Г.Д. Гримм, - понимали пропорцию следующим образом: «Две части или две величины не могут быть ...связаны между собой без посредства третьей....Достигается это...пропорцией (аналогией), в которой из трех чисел..., среднее так относится ко второму, как первое к среднему, а также второе к среднему, как среднее к первому» /Гримм, 1935, с. 7/. Под пропорцией здесь понимается отношение частей целого между собой и с целым; очевидна особая роль среднего пропорционального. Пропорция содержит в себе, как считает М.А. Марутаев, «качественное обобщение, т.к. оно выражается одним числом, а не множеством» /Марутаев, 1990, с. 162/. Очевидно, что отдельные конкретные числа и отношения способны выражать не только количество, но и «качество». Именно поэтому пропорции так существенны в выражении структурной гармонии, поскольку она связана с числами. Примером «качества», представленного в отношении, является золотое число 1,618.

Известно, что учение о золотом сечении возникло в результате длительного исследования природы чисел. Считается, что деление отрезка в среднем и крайнем отношении впервые было осуществлено великим философом и геометром Древней Греции Пифагором, хотя, по мнению Б.Л. Ван-дер-Вардена /Варден, 1959/, Пифагор, возможно, позаимствовал его у египтян и вавилонян. Было показано, что отрезок единичной длины АВ можно разделить на две части точкой С так, что отношение большей части (СВ=х) к меньшей (АС=1-х) будет равняться отношению всего отрезка (АВ=1) к его большей части (СВ): $СВ/АС=(АС+СВ)/СВ$, т.е. $x/(1-x) = 1/x$. Отсюда имеем алгебраическое выражение

$$x^2 + x - 1 = 0.$$

Положительным корнем этого уравнения является $(-1 + \sqrt{5})/2$, так что отношение $1/x$ в рассматриваемой пропорции равно числу

$$\varphi = 1/x = 1,618033989...$$

Такое деление Пифагор называл золотым делением или золотой пропорцией. В соответствии с «золотой» пропорцией единичный отрезок АВ точкой С делится в соотношении

$$1 : 0,618 = 0,618 : 0,382 = 1,618... \quad (1)$$

Золотое число 1,618 обозначено греческой буквой φ в честь древнегреческого зодчего Фидия, который часто использовал его в своих творениях.

Очевидно, что структурный состав единичного отрезка по золотой пропорции,

$$0,382 + 0,618 = 1. \quad (2)$$

Ряд золотых чисел одновременно связан с геометрической прогрессией и аддитивным рядом чисел, в котором каждый член, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих. Из всех возможных геометрических прогрессий лишь «золотая» прогрессия обладает следующим признаком: любой член золотой прогрессии, начиная с третьего от начала равен сумме двух предыдущих. Ряд $\varphi^0, \varphi^1, \varphi^2, \varphi^3, \dots, \varphi^n$ обладает уникальной особенностью: он является одновременно и мультипликативным, и аддитивным, т.е. одновременно причастен природе геометрической прогрессии и арифметического ряда. Число $\varphi = 1,618\dots$ является особым числом, которое наряду с числами $\pi = 3,145\dots$, $e = 2,718\dots$ и $i = \sqrt{-1}$, имеет широкое «представление» в законах физики, химии, биологии биологических и других наук..

В 1202 г. вышло в свет сочинение «Liber abaci» итальянского математика Леонардо Пизанского (1180-1240), известного, однако, больше как Фибоначчи. В книге излагается множество задач. Одна из них представлена следующим образом: «Некто поместил пару кроликов в некоем месте, огороженном со всех сторон стеной, чтобы узнать, сколько пар кроликов родится в течение года, если природа кроликов такова, что через месяц пара кроликов производит на свет другую пару, а рождают кролики со второго месяца своего рождения». В итоге сложения количества пар по месяцам получается ряд чисел: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, где каждое число, начиная с третьего равно сумме двух предыдущих. Этот ряд, получивший впоследствии название ряда Фибоначчи, можно продолжать до бесконечности. Обозначив число пар кроликов в n-ый месяц через f_n , а в следующие месяцы - f_{n+1}, f_{n+2} и т.д., последовательность чисел ряда Фибоначчи можно представить формулой

$$f_{n+2} = f_n + f_{n+1}.$$

Позднее было установлено, что не только классический ряд Фибоначчи, но и всякий ряд с любыми начальными членами a и b порождает последовательность $a+b, a+2b, 2a+3b, 3a+5b, 5a+8b$ и т.д., в котором отношение соседних членов по мере удаления от начала стремится к величине $\varphi=1,618$. Примером такой последовательности может служить ряд Люка: 1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47 и т.д. Отметим, что числа Фибоначчи и Люка также широко «распространены» в живых объектах, как и золотое число $\varphi=1,618$.

Золотое сечение «представлено» в величайших творениях человека. Пирамида Хеопса, наиболее известная из египетских пирамид, большинство культурных памятников Древней Греции, в том числе выдающийся шедевр архитектуры храм Парфенон, шедевры художников эпохи Ренессанса Леонардо да Винчи, Тициана, Рафаэля, Дюрера, музыка Шопена, Бетховена, Чайковского, «Модуль» Корбюзье, поэзия Пушкина и Лермонтова, великий кинофильм Эйзенштейна «Броненосец «Потемкин» и многие другие – все эти выдающиеся произведения искусства наполнены прекрасной гармонией, основанной на Золотом Сечении.

Пропорция золотого сечения и числа Фибоначчи привлекают внимание современных естествоиспытателей. Достаточно убедительным подтверждением этого являются выдающиеся открытия: квазикристаллы израильского ученого Шехтмана /Гратиа, 1988/, новая теория филлотаксиса, разработанная украинским ученым О.Я. Боднаром (1994), закон структурной гармонии систем, сформулированный белорусским философом Э.М. Сороко (1984), резонансная теория Солнечной системы) /Бутусов, 1978/, алгометрическая теория измерения /Стахов, 1977; Stakhov, 1989/, концепция компьютеров Фибоначчи /Стахов, 1984, концепция «Математики Гармонии» /Stakhov, 1998; Стахов, 2003/, матричный анализ генетического кодирования /Петухов, 2006/, гармония саморазвития в природе и обществе /Балакшин, 2008/ и другие.

Гармония в современной науке все чаще отождествляется с красотой представляемой теории. Многие выдающиеся ученые в своих трудах пишут о красоте и гармонии истинно научных достижений. Известный физик Р. Фейнман был убежден, что «истину можно узнать по красоте». А. Эйнштейн в течение многих десятилетий стремился среди кажущегося бесконечного разнообразия и сложности открыть «всемирную гармонию». «Способность человека обнаруживать фундаментальный порядок и форму в мироздании служила для Эйнштейна

источником безграничного удивления и восхищения» /Клайн, 1971, с. 219/. Академик А.Б. Мигдал считал, что «красота теории имеет в физике почти определяющее значение» /Мигдал, 1990/. В настоящее время начинает преобладать представление о том, что красивые и гармоничные формулы и уравнения вызывают большее доверие к их достоверности, чем математические выражения, не обладающие этими достоинствами. Всякое математическое оформление научных достижений, если оно наглядно и гармонично, вызывает эстетическое впечатление. Здесь уместно вспомнить высказывание А. Пуанкаре (1990): «Математиков занимают не предметы, а отношения между ними». Красота научного поиска состоит в сведении сложного к простоте, в обнаружении стройности и порядка там, где еще недавно царил хаос. Можно сказать, что выявление золотых сечений – это всегда поиск «красоты» и «простоты» в исследуемых объектах и процессах.

Системный подход, организация и гармония

Понятия «организация» и «гармония» совместно характеризуют систему как единое целое. До последнего времени наука развивалась в основном за счет расчленения сложного целого на «простые» части, синтезом как таковым пренебрегали. В результате такого подхода объект исчезал как целое, как система со всеми присущими ей признаками. Естественно, что при таком подходе выявление организации и гармонии объекта невозможно. Преодоление данного парадокса стало возможным благодаря тому, что в науке начинает доминировать подход к объекту как к системе. В результате развития общей теории систем (ОТС) возник новый - системный - идеал научного мышления и обобщения. Методологическая специфика системного подхода определяется тем, что она ориентирует исследователя на раскрытие сущности сложного объекта и выявления многообразия связей внутри объекта. Системный подход позволяет выявить новые естественнонаучные проблемы, которые до этого не были известны, а также устанавливать степень детальной разработки других проблем. Такой подход имеет большое значение для развития естествознания в целом и биологии в частности. Предварительное исследование организации объекта является **непременным условием** последующего установления особенностей его гармонии. Однако лишь в последние десятилетия прошлого столетия организация живых систем стала рассматриваться не как некоторая данность, не подлежащая изучению, а как нечто самостоятельное, как объект отдельного исследования. Использование системного подхода к исследуемому объекту приобретает огромное значение в преодолении методологического кризиса в биологических и других естественных науках. В связи с новыми подходами к анализу и систематизации научных данных возникают большие возможности для глубокого проникновения в организацию и гармонию как отдельных живых объектов, так и всей живой природы в целом.

Создание общей теории систем (ОТС) явилось итогом усилий нескольких поколений выдающихся деятелей науки. В настоящее время общая теория систем является уже достаточно развитой теорией. Несомненно, наибольший теоретический и практический интерес в наши дни представляет вариант ОТС Ю.А. Урманцева (1974), разработавшего начала ОТС - фундамент системологии. Ю.А. Урманцев показал глубокое единство органического и неорганического мира, вытекающее из системной природы любых объектов. Разработанный Урманцевым вариант ОТС включает в себя понятия «объект» и «объект-система». Эти понятия имеют отношение ко всем явлениям природы и внутреннего мира человека. За «объект» признается любой предмет мысли, т.е. предметы объективной и субъективной реальности, и не только вещи, но также качества, свойства, отношения, процессы и т.д. «Объект-система» - это единство, созданное определенными сорта «первичными» элементами + связывающими их в целое отношениями (в частном случае, взаимодействиями) + ограничивающими эти отношения условиями (законом композиции). Таким образом, во всех объектах-системах можно выделить следующие аспекты: 1) первичные элементы, рассматриваемые на данном уровне исследования как неделимые; 2) отношения единства между этими элементами и 3) **законы композиции (организации)**, определяющие границы этих отношений. Отметим, что целостное представление о системе по Урманцеву обусловлено выявлением законов ее организации. Понятие о законе композиции, впервые введенное

Ю.А.Урманцевым, позволяет представить живую систему как закономерный, упорядоченный, неслучайный набор объектов. Такое представление системы позволяет, в конечном счете, выявить критерии ее гармонии, стабильности и устойчивости.

Примером системного подхода к исследуемому живому объекту и выявления его организации и гармонии является проведенные нами исследования сердечных систем человека и млекопитающих /Цветков, 1993, 1997, 2008/. Сердце - система, изученная достаточно глубоко и всесторонне. В течение многих десятилетий этот орган остается одним из главных объектов исследования в медицине, физиологии, биофизике, биохимии и других естественных науках. Причина повышенного интереса к сердечной тематике состоит в широком распространении ишемической болезни сердца в наиболее развитых странах. Итогом международной кооперации ученых, занятых борьбой с этой «чумой» современного общества, явилось накопление «Монблана» экспериментальных данных, отнесенных к различным сторонам сердечной деятельности. Естественно, само по себе множество разрозненных данных не представляет большой теоретической ценности. На этом фоне возникла потребность в интегрирующих исследованиях, конечной целью которых является установление критериев организации и гармонии сердца, формализации их в виде математических законов и принципов. Значительная «вертикальная» (иерархия систем) и «горизонтальная» (множество параметров деятельности) изученность сердца обеспечивает обширное «поле поиска» для выявления законов организации и гармонии «противоположностей» сердечных систем.

Принцип минимального действия и самоорганизующиеся системы

В механике и физике уже несколько столетий существует идея о минимизации потерь энергии. Впервые принцип экстремальности был установлен Ферма (1601-1665). В 1740 г. французский ученый П. Мопертьюи (1698-1759) при анализе траекторий движения планет установил принцип наименьшего действия. Этот принцип был сформулирован следующим образом: «Количество действия, необходимое для того, чтобы произвести некоторое изменение в природе, является наименьшим возможным» /Мопертьюи, 1959, с. 5/. (величина «действие» в принципе наименьшего действия выражается произведением энергии на время). Величайший математик 18 века Л.Эйлер в 1744 г. преобразовал этот принцип в принцип экстремального действия, который имеет два принципиально различающихся решения: минимальное и максимальное. Дальнейшее прогрессивное развитие экстремального принципа в физике в приложении не к отдельным точкам, а к системам принадлежит Ж. Лагранжу (1736-1813). Впоследствии было показано, что разработки Лагранжа имеют отношение только к классической механике и не пригодны для использования в других разделах физики. Следующее усовершенствование принципа наименьшего действия и математического его выражения были выполнены ирландским ученым У.Р. Гамильтоном (1805-1865). На основе представлений о единстве мира, о красоте и гармонии природы он связывал этот принцип с общим методом Лагранжа в теоретической физике, подчеркивая особую важность этого метода. Уравнение Гамильтона, отобразившее наиболее полно принцип наименьшего действия, обеспечило возможность успешного использования его не только в классической механике, но и во всех разделах современной физики. В наши дни исключительное значение принципа наименьшего действия для теоретической физики уже не вызывает сомнений. Как писал М. Борн /Борн, 1963, с. 113/, «свойства минимальности мы встречаем во всех разделах физики и они являются не только верными, но и крайне целесообразными...для формулировки физических законов». Всеобщность и универсальность принципа наименьшего действия для физики состоит в том, что он является вариационным принципом. Этот принцип широко используется в современной физике и самоорганизующихся системах.

Отметим, что принцип наименьшего действия – один из механизмов энергоэкономности самоорганизующихся систем. Неизбежность самоорганизации в живой природе следует из второго постулата принципа оптимальности, открытого создателем неравновесной термодинамики И.Р. Пригожиным (2002). Этот принцип сформулирован в форме вариационного принципа минимума

рассеяния энергии: если возможно множество сценариев протекания процесса, согласных с законами сохранения и связями, наложенными на систему, то в реальности процесс протекает по сценарию, которому отвечает минимальное рассеяние энергии. В итоге можно сказать, что все энергетические принципы, составляющие основу физики, по своей сущности являются природными механизмами **энергоэкономности**. Тем самым подтверждается неизбежность проявления этого механизма в живой природе, поскольку физические законы «присутствуют» в биосистемах. Биология сводима к физике в том смысле, что физические законы раскрывают основу важнейших биологических процессов. Следует однако помнить, что «проблемы, возникающие при рассмотрении упорядоченности биологических структур, ее создания и эволюции, не лежат в области физики» /Блюменфельд, 1977, с. 33/.

Биологические системы и энергооптимальность

Представление о том, что природа выполняет свои задачи таким «способом», который считается в некотором смысле наилучшим из всех возможных, является одним из старейших принципов теоретической науки. Биологи давно обратили внимание на экстремальные принципы. Заложенная в них идея оптимальности как нельзя лучше соответствуют представлению о совершенстве и целесообразности созданий живой природы. В общем смысле оптимизация означает приведение живой системы к «наилучшему» варианту по отношению к ее функции. Естественно всегда возникал вопрос: «Что следует считать критерием оптимальности той или иной системы?» Первым «кандидатом» на роль такого критерия следует считать **минимальность затрат энергии** на адекватное функционирование живой системы. Такое предположение обусловлено следующими обстоятельствами. Основная часть потребляемых организмом веществ расходуется на обеспечение энергообмена и лишь очень незначительная часть потребляемых веществ используется организмом для построения или изменения своих структур /Дильман, 1972/. Проявление закона экономии энергии обнаружено на всех иерархических уровнях живых систем: популяционном, организменном, отдельных системах организма, на клеточном, макромолекулярном, биохимическом и предбиологическом – в каталитических процессах /Печуркин, 1982; Зотин, 1981; Гринченко, Загускин, 1989; Руденко, 1981/. Это позволяет сделать предположение о том, что оптимизация живых систем независимо от их сложности имеет общую **энергетическую** основу.

Применение математических экстремальных методов в биологии связывается рядом авторов с принципом оптимальной конструкции организма /Рашевский, 1968; Rashevsky, 1973; Розен, 1969/. Впервые представление об энергооптимальности организма Н.П. Рашевским было сформулировано как принцип оптимальной конструкции: «Организм имеет оптимально возможную конструкцию по отношению к экономии используемого материала и расходованию энергии, необходимых для выполнения заданных функций» /Рашевский, 1968/. Очевидно, что в принципе оптимальной конструкции, как и в принципе минимального действия, представлена одна и та же основа – максимально возможная экономия энергии. Поэтому можно сказать, принцип оптимальной конструкции является не чем иным, как **специфическим проявлением** физического принципа наименьшего действия в биологии. Н. Рашевский и Р. Розен применили принцип оптимальной конструкции при рассмотрении не только внешних форм и характеристик организма, но также и структуры и функций некоторых внутренних органов. Так, ими были рассмотрены зависимость размеров сердца, легких, кровеносной системы млекопитающих, особенностей работы по отношению к виду исполняемой ими функции. Естественно, что проблему оптимальности можно рассматривать не только с «энергетической» стороны. Например, для анализа системы сердца, обеспечивающей доставку кислорода к тканям, может быть использован один (или несколько) из следующих критериев: минимальный расход энергии в сосудах, минимальное сопротивление движению крови, минимальный объем крови и сосудистого вещества, минимальное напряжение сдвига на стенках сосудов. Вопрос состоит в том, какой из этих критериев Природа «предпочитает» остальным или же имеет место наиболее эффективное сопряжение всех критериев? Было показано /Zamir, 1976/, что результаты расчетов параметров,

полученные с учетом каждого из перечисленных критериев, весьма близки к физиологическим величинам. Таким образом, в системе имеет место **сопряженное** «присутствие» всех критериев оптимальности, но доминирующим является энергооптимальный критерий.

Принцип оптимального вхождения - критерий энергооптимальной гармонии сердечных систем

Главная особенность «противоположностей» в рамках системного подхода состоит в том, что их в системе множество и это множество всегда актуально присутствует, неуничтожимо и действует совместно. Всякая сердечная система является совокупностью множества первичных сердечных элементов: структур, процессов, параметров и их отношений. На основе анализа огромного объема экспериментальных данных нами впервые была установлена энергооптимальность систем здорового сердца независимо от уровня их сложности /Цветков, 1993, 1997, 2004, 2008/. Эта универсальная особенность сердечных систем получила обозначение - «принцип оптимального вхождения». Сущность этого принципа состоит в том, что **«Всякая из «простых» сердечных систем, совместно образующих «сложную» кардиосистему, включается в последнюю оптимальным образом, вследствие чего «сложная» система исполняет свою функцию с минимальным расходом энергии и строительного материала».** (Понятия «простая» и «сложная» система условны, поскольку любая из «простых» систем, входящих в «сложную», является, в свою очередь, «сложной» для входящих в нее «простых» систем, а «сложная» система – «простой» для еще более сложной. «Простые» системы являются по Ю.А. Урманцеву элементами «сложной» системы.)

Принцип оптимального вхождения является конкретным **критерием гармонии «противоположностей»** в любой из «простых» сердечных систем. Суть этого феномена заключается в следующем. Для каждого «простого» элемента «сложной» системы существуют свои физиологические границы изменения, при выходе из которых «сложная» система перестает нормально функционировать. Физиологическое значение элемента (параметра) разделяет диапазон допустимых значений на два участка («больше» и «меньше»). Параметр, изменяясь в допустимых пределах, может менять свою величину в **противоположных** направлениях (к «большому» или «меньшему» значению). Энергооптимальное значение параметра разделяет физиологический интервал в наиболее эффективном соотношении между «большим» и «меньшим». «Сложная» система при оптимальном соотношении «противоположностей» внутри отдельной «простой» системы функционирует с меньшими затратами энергии, чем в случае, когда оптимальность была бы нарушена. Оптимальное разделение «противоположностей» в каждом из «простых» элементов дополнительно снижает затраты энергии и вещества на функционирование «сложной» системы. Показано /Цветков, 1997, 2008/, что разделение физиологических интервалов для всех «простых» элементов происходит аналогичным, энергооптимальным, образом. Таким образом, при полной гармонизации всех «простых» элементов «сложная» система достигает предельного совершенства (гармонии), т.е. исполняет свою функцию с минимально возможными затратами энергии и вещества. При изменении величины любого из сердечных параметров в меньшую или большую сторону от оптимального значения общая гармония сердечной системы, в которую они входят, нарушается. Энергооптимальное вхождение «противоположностей» (меньше - больше) «присутствует» во всех элементах сердечных систем **независимо от уровня их сложности** /Цветков, 2004, 2008/. Совместное присутствие и пересечение множества оптимальных «противоположностей» в каждой из «сложных» систем обеспечивает их функционирование при минимальных затратах энергии и строительного материала.

Для выполнения одного из главных положений гармонии необходимо, «чтобы иерархическая система была устойчивой, каждый ее элемент на любом уровне ее организации должен быть «гармоничным» – это главное положение научной парадигмы, восходящей к Платону и Пифагору» /Стахов, 2005/. По мнению В.И. Самохваловой (1990), «внутреннее равновесие как признак и проявление гармонии означает такую организацию, при которой все части удовлетворяют некоторым общим требованиям, взаимно дополняя и уравновешивая друг друга».

Принцип оптимального вхождения удовлетворяет этим положениям. Природа, используя оптимальным образом «противоположности» в каждом «первичном» элементе, «добивается» предельной сбалансированности и совершенства «сложных» сердечных систем. Очевидна некоторая аналогия между обобщенным определением гармонии, представленным А.Ф. Лосевым (1971), и сущностью принципа оптимального вхождения. В первом из них, «гармония... слияние различных комплексов объекта в единое органическое целое». В этом определении, распространяющемся на все объекты живой и неживой природы, на объекты творческой мысли человека, отсутствует конкретный критерий, согласно которому гармония системы может быть однозначно установлена. Представить такой критерий для систем самой различной природы, по-видимому, трудно, если вообще возможно. Принцип оптимального вхождения позволяет представить конкретную сущность гармонии «противоположностей» для отдельного живого объекта (сердца). В соответствии с принципом оптимального вхождения гармоническое «слияние» происходит **конкретным**, энергооптимальным «способом». Гармония «вхождения» первичных элементов в сердечную систему всегда имеет **энергооптимальную** основу. По-видимому, использование принципа оптимального вхождения в дальнейшем позволит получить информацию о наиболее глубоких законах организации и гармонии не только сердца, но и других систем организма млекопитающих.

Структуры сердечных циклов (ССЦ) и «противоположности»

Периодическая смена двух противоположных, взаимно дополняющих друг друга состояний сердечной мышцы - систолы (напряжения) и диастолы (расслабления) является основой деятельности сердца. Благодаря периодической смене этих состояний сердце исполняет функцию мышечного насоса, перекачивающего кровь из вен в артерии. Для гармонического анализа нами выбраны «противоположности» в структурах сердечного цикла (ССЦ), связанные со сменой противоположных состояний «внутри» отдельного сердечного цикла. Каждая ССЦ, являясь «сложной» системой - включает в себя в качестве «простых» элементов систолическое, диастолическое значения параметра и их сумму. «Противоположностями» являются систолическое и диастолическое значения рассматриваемого параметра. Физиологическое суммарное значение параметра может включать в себя в качестве вариантов множество соотношений между «противоположностями». Увеличение одной из «противоположностей» должно соответственно вызывать уменьшение другой и наоборот. Естественно, что изменение каждой из них в «противоположных» направлениях может происходить от нуля до суммарной величины. Нами были проанализированы временная, объемная, механическая и кровотоковая ССЦ, представляющие наиболее важные параметры деятельности сердца. Эти структуры состоят из следующих элементов. Временная ССЦ состоит из длительностей систолы, диастолы и кардиоцикла. Объемная ССЦ включает в себя объем изгнанной крови, объем оставшейся крови и объем левого желудочка в конце наполнения. Механическая ССЦ представляет собой отнесенные к длительности сердечного цикла среднее систолическое и среднее диастолическое давление в аорте и среднее за сердечный цикл давление в аорте. Кровотоковая ССЦ включает в себя отнесенные к длительности сердечного цикла средний систолический и средний диастолический коронарные кровотоки и средний за кардиоцикл коронарный кровоток. Исследуемые ССЦ относятся к здоровым людям и животным репродуктивного возраста, находящимся в состоянии покоя. Эксперименты производились в нормальных условиях (нормальный состав, влажность и атмосферное давление вдыхаемого воздуха, естественная температура окружающей среды, нормальное питание, отсутствие стрессовых ситуаций и т.д.). Было показано /Цветков, 1993, 1997/, что при **естественном** соотношении «противоположностей» в ССЦ имеет место энергооптимальное вхождение суммарного параметра в более сложную систему.

Золотая гармония ССЦ и принцип оптимального вхождения

Установлено /Цветков, 1993, 1997/, что в определенном режиме кровоснабжения организма систолическое, диастолическое и суммарное значения параметра во временной, механической, объемной и кровотоковой ССЦ соотносятся между собой по **золотому сечению**. Этот режим для различных видов млекопитающих приблизительно соответствует покою организма. Режим кровоснабжения организма, связанный с золотой пропорцией, был обозначен нами **«золотым»**. Этому режиму у каждого вида животных соответствует своя «золотая» частота сердцебиений, при которой длительности систолы, диастолы и кардиоцикла соотносятся между собой по золотому сечению. («Золотая» частота различна для различных видов млекопитающих: для человека - 63 уд/мин, для собаки - 94 уд/мин и т.д.)

Обратимся к равенству (2). Это выражение представляет гармоничное деление единичного отрезка по золотому сечению. Очевидно, что основа этого равенства остается неизменной при умножении его составляющих на некоторую величину A ,

$$0,382A + 0,618A = A, \quad (3)$$

где A – величина параметра любой размерности. Равенство (3) представляет универсальность золотой пропорции по отношению к самым различным объектам Природы. В нашем случае выражение (3) является общей основой гармонии временной, механической, объемной и кровотоковой ССЦ, где величины A имеют соответственно размерность сек, г/см², см³ и см³/сек.

Структура отдельного сердечного параметра включает в себе все возможные «смещения» противоположностей в пределах кардиоцикла. Как уже было представлено выше, смещение значений параметров может происходить в направлениях «больше» или «меньше». Нами установлено /Цветков, 1993, 1997/, что вхождение «противоположностей» в отдельную ССЦ по золотой пропорции обеспечивает минимизацию расхода энергии, необходимой для нормальной деятельности сердца. Такое состояние «простой» системы (ССЦ) получило обозначение **«золотая гармония»**. «Вхождение» противоположностей во временную, механическую, объемную и кровотоковую ССЦ по золотому сечению дополнительно минимизирует расход сердечной энергии. Аналогичным образом нами были рассмотрены ССЦ наиболее важных параметров архитектоники и гемодинамики системы кислородного обеспечения сердечной мышцы /Цветков, 1997, 2008/. Золотые «противоположности» в этой системе обеспечивает наиболее экономичное обеспечение кислородом сердечной мышцы. Как следствие этого, транспорт единичного объема кислорода к месту потребления связан с минимальным расходом энергии. Кроме того, минимальной энергетической «цене» сопутствует и минимальное время доставки кислорода к месту потребления /Цветков, 2004, 2008/.

Вхождение всех ССЦ в «пространство ССЦ» по золотой гармонии обеспечивает предельно минимальный расход энергии, необходимый для нормального функционирования сердца. При этом минимальным затратам энергии сопутствует максимальная экономия мышечной массы, крови, сосудистого материала /Цветков, 2004/. Смещение «противоположностей» от энергооптимального соотношения в ту или иную сторону является нарушением гармонии. Следует сказать, что в «пространстве» ССЦ всех рассмотренных параметров неизменно имеет место **сопряжение** золотой гармонии и принципа оптимального вхождения. «Использование» золотых «противоположностей» обеспечивает наиболее эффективное кровоснабжение сердца и всего организма.

Оптимальная масса сердца по отношению к организму определяется влиянием двух «противоположных» энергофакторов: 1) артериальное давление и 2) воспроизводство эритроцитов /Образцов, Ханин, 1989/. Природа нашла оптимальное соотношение между затратами энергии на воспроизводство эритроцитов и энергии, потребляемой сердцем, при котором их сумма равна минимальной величине. Вес сердца в этом случае оптимален. Дополнительная минимизация веса сердца за счет золотой гармонии ССЦ позволяет получить дополнительную экономию мышечной

массы. Наблюдаемые в природе веса тел млекопитающих весьма близки к оптимальным величинам, допустимым с точки зрения энергетике /Образцов, Ханин, 1989/. Очевидно, что массы сердца и организма соотносятся между собою оптимальным образом. Гармония элементов в каждой отдельной ССЦ «подобрана» Природой таким образом, что именно при таком «раскладе» (и никаком другом!) обеспечивается минимальность затрат «сердечной» энергии по отношению к сердцу и организму в целом. Это означает, что расход механической энергии сердца на кровоснабжение единичного объема тела минимален. Показано /Burkhoff, Sagawa, 1986/, что при нормальных физиологических условиях коэффициент полезного действия сердца человека и млекопитающих имеет максимальную величину и составляет 18-20%.

Следует добавить, что одновременно с экономией энергии и живого вещества происходит экономия косных веществ - воды и кислорода, необходимых для поддержания жизнедеятельности сердца. Температура 36,8°C в клетках приблизительно делит жидкую фазу воды на две золотые «противоположности». При этой температуре вода имеет квазикристаллическую структуру, обеспечивающую наиболее благоприятные условия для протекания в ней биологических процессов /Колясников, 1995/. Структура сердечных клеток такова, что кардиомиоцит для обеспечения своей жизнедеятельности потребляет минимальное количество кислорода /Цветков, 1997/.

Золотая гармония и «эстафета противоположностей» в сердечных процессах

«Золотая» точка раздела внутри отдельного сердечного цикла означает переход системы в качественно новое, противоположное, состояние. В кардиоцикле главенствующей «противоположностью», несомненно, является систола (напряжение сердечной мышцы). Очевидно, что объем сердечной мышцы обусловлен интенсивностью ее работой во время систолы. Систолический элемент, будучи частью ССЦ, сам является «системой», состоящей из своих «простых» элементов. Такими элементами для систолической части временной ССЦ являются длительности напряжения мышечных волокон в течение отдельных интервалов систолы. Длительность систолы миокарда подразделяется на: 1) интервал асинхронного (беспорядочного) напряжения, 2) интервал синхронного (упорядоченного) напряжения и 3) интервал сокращения мышечных волокон. Первые два интервала соответствуют фазе напряжения при постоянной длине волокон, а третий - фазе напряжения при сопутствующем укорочении волокон. Для человека фаза напряжения при постоянной длине сердечных волокон разделяется на два «противоположных» состояния 1) и 2) с соотношением – $0,050\sqrt{T(v)} : 0,081\sqrt{T(v)}$, где $T(v)$ – длительность сердечного цикла при частоте сердечных сокращений в минуту v . В свою очередь, «противоположные» фазы напряжения при постоянной длине волокон и при укорочении волокон соотносятся по времени как $0,131\sqrt{T(v)} : 0,210\sqrt{T(v)}$. Очевиден раздел золотых «противоположностей» по золотому сечению. Следовательно, имеет место золотая гармония временных противоположностей не только в течение всего сердечного цикла, но и в течение его систолической части. Показано /Балакшин, 2008/, что именно при таком временном раскладе систолы сердечная мышца функционирует с минимальным расходом энергии.

Аналогичная «эстафета» золотых сечений имеет место в точках «противоположного» перехода при наполнении и опорожнении предсердий и желудочков. Показано /Toma et al., 1987/, что за интервал раннего наполнения в левое предсердие человека поступает 37%, а в фазу позднего наполнения - 63% от общего количества крови, поступившей в предсердие за интервал, когда митральный клапан закрыт. Это соотношение практически соответствует золотому сечению. Границей раздела «противоположных» состояний (раннего и позднего наполнения) является момент, когда прекращается падение и начинается рост давления в левом предсердии. Следует отметить, что максимальный и минимальный объем обоих предсердий в течение кардиоцикла и их разность также приблизительно составляют золотую пропорцию /Tsarikis et al., 1977/. Установлено /Grant et al., 1964/, что через открытый митральный клапан в течение времени, когда предсердие представляет собою трубку, открытую с двух сторон, в левый желудочек поступает 58% крови от общего количества, а остальные 42% - в течение систолы предсердия. Эти объемы приблизительно

соотносятся как числа Фибоначчи 3:2. Фазу изгнания крови из желудочков можно разделить на два качественно противоположных периода - возрастающего и редуцированного изгнания. Период возрастающего изгнания для левого желудочка начинается в момент подъема давления в аорте и заканчивается в момент, приблизительно соответствующий максимальному давлению в желудочке (конец замедленного изгнания соответствует началу резкого подъема давления в аорте). Показано /Цветков, 1993/, что объемы крови, изгнанные за период возрастающего и период редуцированного изгнания, соотносятся между собою по пропорции золотого сечения. Установлено /Vrettos, Gross, 1994/, что при естественной форме кривой изгнания выброс единичного объема крови из желудочков происходит с расходом минимальной энергии. Таким образом, и в этом случае «присутствует» сопряжение принципа оптимального вхождения и золотой гармонии. Следует напомнить при этом, что в покое отношение «противоположностей» - объема изгнанной крови и объема оставшейся крови в желудочках в конце диастолы - приблизительно соответствует отношению чисел Фибоначчи 2:3 /Holt et al., 1968/. При этом соотношении изгнание крови происходит с минимальными затратами энергии /Цветков, 2007, 2008/. Итак, «объемная» картина наполнения и опорожнения предсердий и желудочков, представленная по принципу «противоположностей» в этих процессах, неизменно связана с пропорцией золотого сечения. Установленные соотношения позволяют представить процесс наполнения и опорожнения предсердий и желудков как гармонию «золотых» противоположностей.

Рассмотрим еще один пример «присутствия» золотой гармонии. Минимальное давление в аорте составляет 62% от максимального /Цветков, 1993/. Разность максимального и минимального давлений называется пульсовым давлением. Точка, соответствующая минимальному давлению, разделяет кривую давления в аорте на «противоположности»: спадающий и возрастающий участки. Эта точка «подобрана» таким образом, что пульсовое, минимальное и максимальное давления соотносятся между собою по золотому сечению. Благодаря «подбору» точки раздела величина среднего давления в аорте и его систолической и диастолической составляющих в аорте млекопитающих равны энергооптимальным значениям /Цветков, 1997/. Как следствие, золотая гармония механических «противоположностей» в аорте имеет энергооптимальную основу.

Эстафета золотых сечений присутствует и в системе гемокислородного обеспечения сердечной мышцы. Кислород поступает в ткани из обменных микрососудов и капилляров. Нами показано /Цветков, 1993, 2004, 2008/, что скорость диффузии кислорода из эритроцитов в обменных сосудах возрастает пропорционально ряду чисел Фибоначчи: 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233. Наибольшая скорость отдачи кислорода имеет место в капиллярах; эта величина соответствует максимально возможной скорости диффузии кислорода. Золотая гармония «подбора» скоростей диффузии по цепочке обменных сосудов обуславливает наиболее дешевое обеспечение кислородом сердечных клеток с минимальным расходом энергии, крови и сосудистого материала.

Движение кислорода в мышечной клетке - кардиомиоците – представлено двумя «противоположностями»: свободная диффузия и перемещение с молекулами оксимиоглобина. Установлено /Schwarzman, Grunewald, 1978/, что оксимиоглобин отдает около 40% от всего количества, поступающего в клетку. Следовательно, доли «диффузионного» и «миоглобинного» кислорода соотносятся между собою как числа Фибоначчи 2:3. И в этом случае имеет место золотая гармония «противоположностей»! «Золотые» длины силовых элементов мышечной клетки позволяют кардиомиоциту обходиться минимальным количеством кислорода /Цветков, 1997, 2004/. Кардиомиоциты исполняют свою функцию с привлечением минимального количества субклеточных единиц /Цветков, 2004, 2008/. Оптимальное пространственное расположение силовых и дыхательных элементов внутри клетки обеспечивает наиболее благоприятные условия для кислородного обеспечения кардиомиоцита и газообмена между клеткой и кровью. Такие особенности конструкции мышечных клеток сердца обеспечивают дополнительную экономию капилляров и крови.

В итоге можно сказать, что на уровне сопряжения обменных сосудов и мышечных клеток существует золотая гармония архитектурных, гемодинамических и кислородных параметров.

Природа создала высокоэффективное сочетание этих параметров. Следует добавить к этому, что оптимальная геометрия эритроцитов и кардиомиоцитов обеспечивает максимальный уровень их метаболизма.

Биофизические основы энергооптимальной деятельности сердца

Необходимо отметить особенности конструкции сердечной мышцы, оптимизирующие деятельность сердца. Мускулатура левого желудочка состоит из трех слоев - двух косых (наружный и внутренний) и один циркуляторный (поперечный). Угол начального наклона «косых» волокон на поверхности эндокарда составляет $52,4^\circ$ /Sallin, 1969/; этот угол незначительно отличается от «золотого» угла $51,9^\circ$. Свойства прямоугольного треугольника с углом $51,9^\circ$ при основании использовались еще в Древнем Египте при строительстве пирамиды Хеопса. Этот треугольник обладает замечательным свойством - его стороны соотносятся между собою по геометрической золотой прогрессии - $1,618^0$, $\sqrt{1,618}$, $1,618$ (или 1 , $1,272$, $1,618$). Совместное «косое» и «круговое» направление сил в мышечных слоях задает струе крови вращательно-поступательное движение от верхушки желудочка по направлению к полулунному клапану, что значительно сокращает время изгнания единичного объема крови. Саллин (1969) показал с учетом угла $52,4^\circ$, что ударный выброс крови при этих условиях составляет 36% от конечнодиастолического объема. Величина 36% весьма близка к «золотой» - 38%, которая соответствует оптимальной величине ударного объема в покое. При естественной конфигурации сердца в покое выброс ударного объема крови происходит при минимальном потреблении кислорода /Suga, 1979/. Величина $52,4^\circ$ является оптимальным углом, при котором «вхождение» в миокард «противоположностей» - косых и поперечных слоев - обеспечивает минимальную «цену» крови, изгнанной из желудочков.

Майром с соавт. /Myhre et al., 1988/ было установлено, что в нормальных, естественных условиях правый и левый желудочки работают в оптимальном режиме, т.е. при максимальном выделении мощности на нагрузке - артериальной системе. В этом случае имеет место **энергооптимальная гармония** между «противоположностями»: потерями механической энергии в желудочках и ее потреблением на нагрузке. Основу экономии энергии составляют следующие факторы. Показано /Kenner, 1986/, что максимальная энергия выделяется на нагрузке в том случае, когда внутреннее сопротивление насоса (сердца) и сопротивление нагрузки (артериальная система) равны. Это соотношение реализовано в кардиоваскулярной системе. Максимальному выделению мощности на нагрузке способствует также то обстоятельство, что коэффициенты растяжимости стенок левого желудочка и аорты одинаковы /Little, Cheng, 1991, Sunagawa et al., 1985/. Аорта геометрически подобна каналам, в которых движение жидкости происходит с минимальными потерями энергии /Роева, 1980/. Внутренняя поверхность левого желудочка (сосочковые мышцы и трабекулярный аппарат) образуют спиральную структуру /Углов и др., 1984/, которая закручивает струю крови, придавая ей вращательно-поступательное движение. За счет этих особенностей конструкции сердца сокращается время изгнания единичного объема крови без дополнительных затрат мышечной ткани. Таким образом, оптимальное сопряжение сердца с нагрузкой за счет перечисленных факторов позволяет сэкономить дополнительное количество потребляемой энергии, мышечного материала и времени изгнания. Следует отметить, именно «вхождение» в систему изгнания крови конструктивных параметров по принципу оптимального вхождения обеспечивает наиболее эффективный, экономный выброс крови.

Интересно отметить также следующее обстоятельство. Установлено /Кирьянов и др., 1990/, что веса стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки, а также межжелудочковой перегородки и стенки правого желудочка, млекопитающих соотносятся между собою как числа Фибоначчи 3:2. Вес межжелудочковой перегородки является среднегеометрической величиной между весами левого и правого желудочков. Можно утверждать с большой степенью вероятности, что и для «верхней» части сердца (предсердий) следует ожидать аналогичного, «золотого», соотношения между весами стенок левого и правого предсердий и их перегородки. По-видимому, «подбор» соотношения по числам Фибоначчи между стенками желудочков и межжелудочковой

перегородкой, а также для их предсердных аналогов, обеспечивают оптимальное сопряжение между работой левого и правого желудочков при минимальном расходе мышечного материала. В целом можно сказать об оптимальном сопряжении по золотой гармонии «простых» систем (предсердия и желудочки) в единое целое (сердце). В фибоначиевых соотношениях представлено **энергооптимальное** сопряжение всех камер сердца млекопитающих. В целом такое сопряжение является еще одним аспектом экономии энергии и мышечного вещества.

Сердце включает в себя кроме мышечных волокон также элементы, непосредственно не производящие механической работы (проводящая и нервная системы, сосуды и т.д.). Объем мышечной ткани по отношению к общему объему других сердечных тканей составляет 37% //Цветков, 2008/. В этом случае снова имеет место сопряжение «противоположностей» по золотому сечению. По-видимому, это отношение также имеет энергооптимальную природу.

Итак, налицо цепочка золотых гармоний на клетках, мышечных слоях, сердечной мышце, камерах сердца, системе «желудочек-нагрузка». Эта цепочка является своего рода иллюстрацией к представленному нами принципу оптимального вхождения. Принцип оптимального вхождения является критерием энергооптимальной гармонии. Мы могли убедиться, что природа экономит на всех уровнях «мышечных» систем независимо от их сложности. Энергооптимальная гармония «противоположностей» в сердечных системах различного уровня сложности в соответствии со свойствами золотого сечения обеспечивает «экономное» изгнание крови в покое, а также и при физической нагрузке /Цветков, 2008/.

Заключение

Произведенный нами анализ работы сердца и его систем позволяет снять покров загадочности и таинственности, с которым часто связывают «присутствие» золотого сечения в природе. Можно с достаточной степенью уверенности утверждать: за «удивительными», «загадочными», «таинственными» проявлениями золотой пропорции в живой природе скрывается энергооптимальная гармония «противоположностей». «Вхождение» «противоположностей» в единое целое для сердечных систем чаще всего происходит по пропорции золотого сечения. Золотая гармония объекта имеет в своей основе принцип оптимального вхождения. Результат «работы» этого принципа - энергооптимальное сопряжение множества противоположных требований к каждому сердечному объекту, создание стабильной энергооптимальной системы. Таким образом, совокупность золотых «вхождений» обеспечивает в «сложной» системе стабильность, максимально возможную экономию энергии и живого строительного вещества. «Наличие» золотого сечения в самых различных системах сердца подтверждает универсальность этой пропорции. **Золотая гармония** выступает как своего рода **«знак высочайшего качества»** той или иной сердечной системы и всего сердца в целом.

«Золотая» гармония сердечных «противоположностей» соответствует покою организма. Этот феномен имеет большое физиологическое значение. Именно в покое сердце работает в самом экономичном, «золотом», режиме. После прекращения любой физической нагрузки через некоторое время кровоснабжение сердца и организма неизменно возвращается в золотой режим как наиболее экономичный. Состояние покоя является преобладающим в течение жизни даже весьма активных животных. Поэтому можно сказать, что и сердце, и организм «тяготеют» к золотой гармонии «противоположностей» как основе экономичного существования!

Следует отметить еще одну сторону проявления золотого сечения. Феномен золотого сечения представляет собой психобиологический механизм энергоэкономности самоорганизующейся природы на социально-культурном уровне /Свентицкий, 2007/. Мозг и глаз человека объединены общей системной закономерностью - золотой пропорцией /Соколов, Соколов, 1976; Ковалев, 1989/. Их «синхронная работа при восприятии и переживании прекрасного и дает человеку ощущение гармонии» /Ковалев, 1989, с. 36/. По мнению И.И. Свентицкого (2007) благоприятное эстетическое восприятие (красота) структур и процессов, организованных в пространстве и во времени по золотому сечению обусловлено их резонансом с сердечной ритмикой. «Золотые» ритмы в покое являются условием **наиболее эффективной**

работы сердца и мозга. Таким образом, через золотое сечение происходит сопряжение «противоположностей» (физиологического и психобиологического аспектов) в деятельности человека.

Необходимо сказать еще об одном аспекте экономии. Пища является тем источником, из которого клетки организма извлекают энергию и строительный материал. Сердце - предельно экономная система по затратам энергии на обеспечение его функции и по объему материала, необходимого для строительства и возобновления его структур. Как следствие этого, количество пищи, необходимой для адекватной работы сердца, мини мально. При другой, «не золотой», конструкции сердце на единицу работы потребляло бы пищи гораздо больше. Следует отметить, что сердце не является единственной энергооптимальной системой организма. Оптимальным образом по отношению к расходу энергии организованы и другие системы организма млекопитающих (системы эритропоза, кровоснабжения и газообмена, система теплоизоляции, кости скелета) /Образцов, Ханин, 1989/. Работающий мозг потребляет энергии незначительно больше, чем отдыхающий, что также говорит об его экономной энергетике /Печуркин, 1988, с. 106/. По-видимому, все системы организма человека и животных «скомпонованы» таким образом, что их нормальная жизнедеятельность обеспечивается минимальным объемом пищи. По нашему мнению, конечная «цель» Природы - обеспечить адекватное функционирование организмов при минимальном потреблении живых ресурсов внешней среды. И не только живых! Выяснено еще одно важное обстоятельство, связанное с внешней средой и экономией энергии. Энергооптимальное «вхождение» в организм важнейших косных субстанций (вода, кислород), представленное золотой пропорцией /Бочков, 1974; Коробко, 2000; Цветков, 2004/, обеспечивает значительную экономию потребляемой воды и кислорода. Эффективное использование организмами свойств и особенностей окружающей среды является дополнительным подтверждением «работы» принципа оптимального вхождения. Можно сказать, что существует энергооптимальная гармония между живыми организмами и внешней средой.

В наши дни медицина насчитывает множество разделов и направлений. При этом отсутствуют общие теоретические основы медицинских знаний, которые логически концептуально объединяли бы все частные отрасли медицины. Это в первую очередь относится к понятию «Норма». «Норма» - одно из наиболее общих понятий медицины, тесно связанное с понятием гармонии. Нормой обычно принято считать совокупность среднестатистических значений наиболее важных параметров, которые, как установлено из практики, соответствуют здоровому организму. Большая медицинская энциклопедия определяет норму как «условное обозначение равновесия организма, отдельных его органов и функций в условиях внешней среды» /БМЭ, 1961, т. 21, с. 138/. В этом представлении в неявной форме просматривается гармония между организмом и окружающей средой. В другом, более позднем издании БМЭ высказывается представление о норме как «оптимальности функционирования и развития человека» /БМЭ, 1981, т. 17, с. 196/. При этом под оптимальным функционированием подразумевается протекание всех процессов в системе с наиболее возможной слаженностью и эффективностью. По мнению академика В.П. Казначеева, «Норма есть биологический оптимум живой системы, т.е. интервал оптимального функционирования живой системы. Этот интервал имеет живые границы, в рамках которых сохраняется оптимальная связь со средой, а также согласованность всех функций организма» /Казначеев и др., 1997, с. 102/. Это определение более конкретно, поскольку учитывается особое, оптимальное, состояние организма в естественных пределах его существования. Тем не менее, и в этом определении нормы не указывается конкретный критерий оптимальности, по которому норма может быть однозначно определена. Такой критерий нами установлен – это **принцип оптимального вхождения**. В соответствии с этим принципом норма (гармония) сердца и его систем в своей основе имеет оптимальное сопряжение следующих факторов: 1) на исполнение функций систем расходуется минимальное количество энергии и минимальный объем живого строительного материала; 2) геометрическая и пространственная конструкция систем обеспечивает максимальный уровень метаболизма; 3) доставка кислорода и компонентов питания к месту потребления происходит за минимальное время. Можно сказать, что именно факторы 1) – 3) и составляют гармонию сердца млекопитающих - энергооптимальное

сопряжения функции, структуры и организации. Очевидно, что роль золотого сечения и чисел Фибоначчи в таком сопряжении исключительно велика. Золотая гармония является гарантом наиболее экономичного функционирования сердца и всей системы кровоснабжения организма.

Литература

- Балакшин О.Б. Гармония саморазвития в природе и обществе. М., УРСС, 2008. 342 с.
- Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М., Наука, 1977. 336 с.
- Боднар О.Я. Золотое сечение и неевклидова геометрия в природе и искусстве. Львов, Изд. «Свит», 1994.
- Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., Изд. Иностран. лит., 1963. 535 с.
- Бочков В.Г. Принцип оптимальности как основа исследования живых систем и некоторые вопросы их математического описания//Особенности современного научного познания. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. С. 161-178.
- Бутусов К.П. «Золотое сечение» в Солнечной системе//Тр. ВАГО «Проблемы исследования Вселенной», - Л., 1978. Вып. 7. С. 475-499.
- Варден Б.Л. ван дер. Пробуждающаяся наука. - М., Гос. изд-во Ф-МЛ, 1959. 146 с.
- Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве. - М., Изд. акад. арх., 1936. 236 с.
- Гратиа Д. Квазикристаллы//Успехи физических наук. 1988. Т. 156. Вып. 2. С. 347-363.
- Грим Г.Д. Пропорциональность в архитектуре. - М.-Л., ОНТИ, 1935. 148 с.
- Гринченко С.Н., Загускин С.Л. Механизмы живой клетки: алгометрическая модель. М., Наука, 1989.
- Дильман В.М. Почему наступает смерть? Л., Медицина, 1972.
- Зотин АИ. Биоэнергетическая направленность прогресса организмов. Пущино, НЦБИ АН СССР, 1981. 10 с.
- Казначеев В.П., Петленко В.П., Петленко С.В. Этюды интегральной медицины и валеологии. Спб, 1997. 432 с.
- Кирьянов Г.С., Яблчанский Н.И., Шляховер И.Н., Рябаева Т.В. Морфометрия сердца в норме. Киев, Выща школа, 1990. 152 с.
- Клайн Б. В поисках. Физика и квантовая теория. М., Атомиздат, 1971. 288 с.
- Ковалев Ф.В. Золотое сечение в живописи. Киев, Выща школа, 1989. 143 с.
- Колясников Ю.А. Вода - всему начало. - Магадан, 1995. 56 с.
- Коробко В.И. Золотая пропорция: некоторые философские аспекты гармонии. М., Изд-во АСВ, 2000. 208 с.
- Лосев А.Ф. Гармония//М., Сов. энц., 1971. Т. 6. С. 128.
- Любищев А.А. Понятие сравнительной анатомии//Вопросы общей зоологии и медицинской паразитологии. - М., 1962. С. 189-214.
- Марутаев М.А. Гармония как закономерность природы. //Золотое сечение. Три взгляда на природу гармонии. - М., Стройиздат, 1990. С. 130-233.
- Мигдал А.Б. Физика и философия// Вопр. филос., 1990. № 1. С. 29
- Мопертьюи П. Соотношения между общими принципами покоя и движения// В кн.: Вариационные принципы механики. М., 1959.
- Образцов И.Ф., Ханин М.А. Оптимальные биомеханические системы. - М., Медицина, 1989. 271 с.
- Петухов С.В. Метафизические аспекты матричного анализа генетического кодирования и золотое сечение //Метафизика. М., Бином, 2006. С. 216-250.
- Печуркин Н.С. Энергия и жизнь. Новосибирск, Наука, 1988. 189 с.
- Планк М. Единство физической картины мира. М., Наука, 1966.
- Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. Изд. 2-е, дополнит. М., УРСС, 2002.
- Пуанкаре А. О науке. М., Наука, 1990.

- Рассел Б. История западной философии. Новосибирск, Сибир. унив. изд-во, 2003.
- Рашевский Н. Модели и автоматические принципы в биологии //Теоретическая и математическая биология. М., 1968. С. 48-66.
- Роева Л.А. Течение вязкой крови в изогнутых каналах. Приложение к течению крови в аорте//Усп. физиол. наук. 1980. Т. 11. № 2. С. 121-129.
- Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. М., Мир, 1969. 216 с.
- Руденко А.П. Самоорганизация и прогрессивная эволюция в природных процессах в аспекте эволюционного катализа //Российский химический журнал.1995. Т. 39. № 2. С. 55-71.
- Самохвалова В.И. Красота против энтропии. М., Наука, 1990. 176 с.
- Свентицкий И.И. Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации. М., 2007. 464 с.
- Соколов А.А., Соколов А.Я. Математические закономерности электрических колебаний мозга. - М., Наука, 1976. 97 с.
- Сороко Э.М. Структурная гармония систем. – Минск, Наука и техника, 1984. 264 с.
- Стахов А.П. Введение в алгометрическую теорию измерения. М., Сов. радио, 1977.
- Стахов А.П. Коды золотой пропорции. - М., Радио и связь, 1984. 365 с.
- Стахов А.П. Новая математика для живой природы. – Винница – Москва, 2003. 260 с.
- Стахов А.П. Гармония Мироздания и золотое сечение: древнейшая парадигма и ее роль в современной науке. 2005. (Сайт: <http://www.obretenie.narod.ru/txt/stakhov/harmony2.htm>)
- Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. - М., Мысль, 1974. 229 с.
- Цветков В.Д. Системная организация деятельности сердца млекопитающих. – Пушино, ПНЦ РАН, 1993. 134 с.
- Цветков В.Д. Сердце, золотое сечение и симметрия. Пушино, ПНЦ РАН, 1997. 170 с. (полная электронная копия на сайте <http://www.psn.ru/EP/tsvetkov/tsvetkov.shtml>)
- Цветков В.Д. Кислородное обеспечение сердца и принцип оптимального вхождения. Пушино, 2004. (полная электронная копия на сайте: <http://www.314159.ru/tsvetkov/tsvetkov3.htm>)
- Цветков В.Д. Золотая гармония и сердце. Пушино, ООО «Фотон-Век», 2008. 204 с.
- Burkhoff D., Sagawa K. Ventricular efficiency predicted by an analytical model//Amer. J. Physiol. 1986. V. 250. R1021-R1027.
- Grant C., Bunnell I.L., Green D.G. The reservoir function of the left atrium during ventricular systole//Amer. J. Med. 1964. V. 37. № 1. P. 36-43.
- Holt J.P., Rohde E.A., Kines H. Ventricular volumes and body weight in mammals//Amer. J. Physiol. 1968. V. 215. № 3. P. 704-715.
- Kenner T. On the role of optimization in cardiovascular system//Basic. Res. Cardiol. 1986. V. 81. Suppl. 1. P. 73-78.
- Little W.C., Cheng C.-P. Left ventricular- arterial coupling in conscious dogs//Amer. J. Physiol. 1991. V. 261. № 1. Pt. 2. P. H70-H76.
- Myhre E.S.P., Johansen A., Piene H. Optimal matching between canine left ventricle and after load//Amer. J. Physiol. 1988. V. 254. № 6. P. H1051-H1058.
- Rashevsky N. The principle of adequate design// In: Foundations of Mathematical Biology. Ed. R.Rosen, Academic Press, N. Y. and London. 1973. V. III. P. 143-176.
- Sallin E.A. Fiber orientation and ejection fraction in the human left ventricle//Biophys. J. 1969. V. 9. № 7. P. 954-964.
- Schwarzmann V., Grunewald W.A. Myoglobin-O₂ -saturation profiles in muscle sections of chicken gizzard and the facilitated O₂ transport by Mb //Adv. in Exptl. Med. and Biol. 1978. V. 94. N. 2. P. 301.
- Stakhov A.P. The Golden Section in Measurement Theory//Computer@Mathematics with Applications. 1989. V. 17. N 4-6. P. 613-638.
- Stakhov A.P. The Golden Section and Modern Harmony Mathematics //Applications of Fibonacci Numbers. 1998. N 9-10. P. 3-24.
- Suga H. Minimal oxygen consumption and optimal contractility of heart: theoretical approach to the principle of physiological control contractility //Bull. Math. Biol. 1979. V. 41. N 2. P. 130-139.

Sunagawa K., Maughan W.L., Sagawa K. Optimal arterial resistance for maximal stroke work studied in isolated canine left ventricle //Circ. Res. 1985. V. 56. № 4. P. 586-595.

Toma Y., Matsuda Y., Moritani K., Ogawa H. et al. Left atrial filling in normal human subjects : relation between left atrial contraction and atrial early filling//Cardiol. Res. 1987. V. 21. № 4. P.255-259.

Tsarikis A.G., Padiyar R., Gordon D.A., Lipton I. Left atrial size and geometry in the intact dog//Amer. J. Physiol. 1977. V. 232. № 2. P. H167-H172.

Vrettos A.M., Gross D.R. Instantaneous changes in arterial compliance reduce energetic load on left ventricle during systole //Amer. J. Physiol. 1994. V. 267. № 1. Pt 2. P. H24-H32.

Zamir M. Optimality principles in arterial branching //J. Theor. Biol. 1976. V.62. N. 1. P. 227-251.