

# ЭМАЛЬ ЗУБОВ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ПРИРОДЕ

Александр Постолаки  
Доктор медицины

Кафедра  
ортопедической,  
хирургической  
стоматологии и  
имплантологии  
ГУМиФ им. «Н. А.  
Тестемицану»

## Резюме

Одной из главных проблем биомеханики зубов является строение их твердых тканей и, в частности, эмали. Обсуждаются различные аспекты гексагональной структуры эмалевых призм в свете механизма формообразования на основе спиральной и кристаллографической симметрии, часто встречаемой в природе. Подчеркивается, что общие закономерности формообразования в природе проявляются в различных структурных элементах человеческого организма и в эмалевых призмах в частности, что придает этой ткани высокие биомеханические свойства.

**Ключевые слова:** эмалевые призмы, гексагональная форма, биомеханика.

## Summary

### HUMAN TEETH ENAMEL AND THE GENERAL REGULARITY OF NATURE MORPHOGENESIS

One of the main biomechanical objectives of teeth structure is enamel formation. Different hexagonal structures of enamel prisms in the mechanism of morphogenesis based on spiral and crystallographic symmetry are discussed. It is accentuated, that the general regularities of nature morphogenesis appear in different structures of human body and in enamel prisms particularly, that supplies its huge biomechanical features.

**Key words:** enamel prisms, hexagonal morphology, and biomechanica.

*«Исследование редко направляется логикой; оно большей частью руководится намеками, догадками, интуицией... Основная ткань исследования — это фантазия, в которую вплетены нити рассуждений, измерения и вычисления», А. Сент-Дьёрдьи.*

## Введение

На протяжении многих десятилетий проводилось и продолжает проводиться изучение ультраструктуры эмали и дентина зубов человека в норме и при патологии во многих странах мира. Но до сих пор еще остаются не до конца выясненными ряд вопросов о механизме структурных и формообразовательных процессов происходящих при развитии и формировании зубов человека [1,2,3,4].

Еще в начале 60-х годов прошлого века появились первые предпосылки зарождения нового научного направления, на стыке трех наук: биологии, математики и техники, получившего название — бионика. Название это происходит от греческого слова бион, что означает элемент жизни (то есть элемент биологической системы). Различают три основных направления в бионике — биологическое, техническое и теоретическое. Биологическая бионика занимается изучением живых организмов для выяснения принципов, лежащих в основе явлений и процессов в них. В бионике используются данные биологии, физиологии, анатомии, биофизики, нейрологии, биохимии, математики и т. д. Живая природа — гениальный конструктор, великий зодчий и строитель, которая «геометризирует» используя разнообразные формы от окружности и овалов до многоугольников. Виртуозно komponуя их, природа создала бесконечное множество сложных, удивительно красивых, легких, прочных и экономичных конструкций. Наиболее экономичной, в отношении затраты материала, является конструкция, составленная из плотно сомкнутых правильных шестиугольников или шестигранников. Она очень

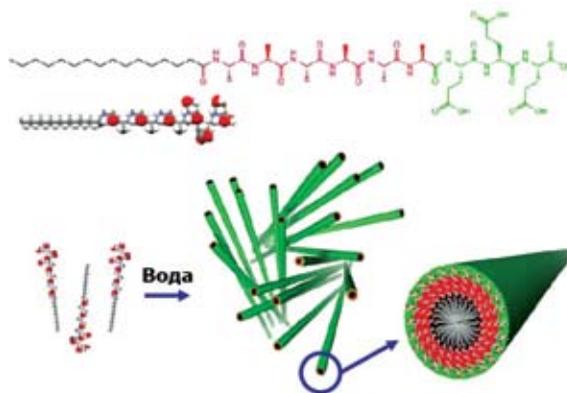
часто встречается в природе: в панцирях черепах, чешуе змей, пчелиных сотах, проводящих сосудах растений и т. д. (рис. 1). Весь окружающий нас живой мир представляет собой последние модели, сходящие со сборочного конвейера «фабрики жизни», а сама «фабрика» существует уже, по крайней мере, 2,7 млрд. лет [5,6,7].



**Рис. 1.** Пчелиные соты — это математический шедевр из воска. Среди шестигранных конструкций наиболее замечательным творением природы являются пчелиные соты. Это самая экономичная и самая емкая форма, единственным конструктивным элементом которой является гексагональная призма (ячейка).

Если обратиться к истории развития человечества, то невозможно не обратить внимания на тот факт, что с древнейших времен природа служила главным источником вдохновения для человека, в его стремлении также приспособиться и выжить в окружающем неприветливом мире, полном опасностей и лишений. Накопленные знания и опыт, передаваемые из поколения в поколение, лишь тысячелетия спустя послужили источником к зарождению и последующему развитию научного и технического прогресса. Ученые обратили внимание на удивительное сходство во многих конструктивных решениях инженеров и природы. Тщательный анализ показал, что природа и человек строят по одним и тем же законам, ищут для создаваемых систем оптимальные конструктивные решения [7,8]. Только человек приходит к решению проблемы силой разума, а природа, как считается, долгим путем естественного отбора. Однако, все то, что создается человеком, бледнеет перед теми эффективными механизмами нейтрализации внешних воздействий через форму, легкость и компактность используемых материалов, особенностей армирования, которыми снабдила природа представителей растительного и животного мира. Аналоги оптимальных конструктивных решений природы можно найти и в строении зубных тканей человека. Так, для предельного увеличения полезных (активных) сил, без увеличения ответных (реактивных) сил, в процессе эволюции в большей степени стали использоваться эффекты «клина» и «арки», в связи с чем, жевательная поверхность зубов стала приобретать

бугристую форму, а оси зубов — центрироваться в одной области головы. Вышеперечисленные преобразования подчиняются «закону равного сопротивления», когда в каждый элемент конструкции идет ровно столько материала, сколько необходимо для сопротивления прикладываемым к нему максимально возможным силам, в момент их одновременного действия [1]. За последние десятилетия многие области деятельности человека (например, освоение космоса, компьютерная и нанотехнология, мореплавание и др.) обязаны во многом своими успехами таким животным, как летучие мыши, змеи, дельфины, пчелы, бабочки и т. д. Эти животные обладают самыми совершенными «приборами» для навигации, вычислительными устройствами и системами хранения информации, которые когда-либо были известны человеку [5,6,7]. В 2010 году американские ученые заявили о новом открытии. В эксперименте они воздействовали на белки в растворе воды слабыми по мощности рентгеновскими лучами, для появления электрических зарядов у белковых молекул. Обычно формирование кристаллических структур происходит под действием атомных и молекулярных сил притяжения. И действительно, вначале заряженные белковые нановолокна по законам физики начинали отталкиваться, но затем по какой-то причине выстраивались в упорядоченную структуру в виде шестиугольника, образуя ранее неизвестный науке вид кристаллов — гексагональную упаковку нановолокон. Любопытен и еще один факт: когда концентрация заряженных волокон превышает некое пороговое значение, формирование кристаллов происходит в отсутствие рентгеновских лучей [9].



**Рис. 2.** Необычная гексагональная кристаллическая структура пептидных нановолокон под воздействием рентгеновских лучей [9].

Передовые технологии расширяют горизонт научных знаний с такой быстротой, что в ближайшем будущем ученые намереваются вообще опровергнуть все, что человечество сейчас знает о нашем мире и Вселенной. Их теория основывается на появившемся не так давно предположении, что пространство и время во Вселенной не являются непрерывными. Они якобы состоят из отдельных частей, точек — как будто из пикселей, из-за

чего нельзя увеличивать «масштаб изображения» Вселенной бесконечно, проникая все глубже и глубже в суть вещей. Президент Лондонского королевского общества, космолог и астрофизик Мартин Рис сделал следующее заявление: «Рождение Вселенной для нас навсегда останется загадкой» [10]. Именно поэтому, следует признать, что многие законы мироздания еще не доступны для нашего понимания и, следовательно, мы ограничены в возможностях достижения поразительных по своим химическим, физическим, механическим и эстетическим свойствам воплощений живой природы. Нам остается лишь безудержно стремиться к этому, не отвергая безрассудно достижений прошлого, а возвратиться в Природу и более углубленно и осмысленно попытаться понять ее язык, услышать ее голос, почувствовать себя одним неразделимым целым с ней.

Следовательно, имеет важное теоретическое и практическое значение продолжить изучение всей сложности анатомо-функциональной организации человека с позиции междисциплинарных знаний. Это позволит более ясно осветить малоизученные стороны единых биологических законов для всех живых организмов, на что обращает пристальное внимание современная бионика. Уже сегодня нанотехнологии определяют будущее в развитии стоматологии и, по-видимому, повлияют на дальнейшее утверждение мировой тенденции минимального вмешательства в анатомию и физиологию зубочелюстной системы.

### Цель исследования

Изучить структуру эмалевых призм на шлифах интактных зубов и провести сравнительный анализ научных фактов между строением эмали, зубочелюстной системы, организма человека и природными объектами в целом для выявления общих закономерностей и их проявлений.

### Материалы и методика

Материалом исследования послужили шлифы 12 зубов с интактными твердыми тканями, удаленные по показаниям (патологическая подвижность III ст.) у пациентов в результате хронического генерализованного пародонтита. Удаленные зубы фиксировали в 10% р-ре формалина в течении 7-10 дней. После этого их заключали в быстротвердеющую пластмассу «Редонт — 03» и разрезали на пластинки при помощи карборундовых дисков или наборов дисковых пил. Отобранные срединные пластинки шлифовали наждачной бумагой, получая шлифы толщиной 40-50 мкм. Отполированные пастой ГОИ шлифы промывали, высушивали, последовательно проводили через 75°, 96° и абсолютный спирт, обезживали в карбоксиле и заключали на предметных стеклах в бальзам по общепринятой методике. Полученные шлифы изучали в световом микроскопе под различным увеличением.

### Результаты и их обсуждение

Исследования шлифов показало, что эмалевый слой образован S-образно изогнутыми эмалевыми призмами, сошлифованные в продольной и поперечной плоскостях, что обуславливает чередование в проходящем свете светлых и более темных полос Гунтера-Шрегера, и расположенные отвесно по отношению к ним линии Ретциуса. В области эмалево-дентинного соединения обнаруживаются эмалевые пластинки и концевые разветвления большинства дентинных трубочек, проникающих, в отдельных случаях, в толщу эмали. На продольных шлифах, мы, как и М. Г. Бушан (1979), Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев (1990), Костиленко Ю. П., Бойко И. В. (2005) выявили в области бугорков аркадоподобную форму соединения переплетенных между собой встречно направленных пучков эмалевых призм, берущих свое начало на противоположных сторонах коронки зуба [2,3,4]. Обобщая хорошо известные факты о строении эмали зубов, кратко опишем наиболее важные особенности ее строения для более ясного представления и понимая изложенного далее материала. Итак, структурной единицей эмали являются эмалевые призмы, которые представляют собой обызвествленные волокна с закругленно-гранеными поверхностями и большей частью с наличием желоба по всей длине (рис. 3). Эти волокна идут от эмалево-дентинной границы к поверхности зуба, неоднократно изменяя направление и проходя параллельно продольной оси зуба [3,11,12].

В желобах эмалевых призм на всем протяжении расположены рядом идущие призмы, которые по ходу извиваются, давая спиралевидные ходы в горизонтальном направлении, а на боковых поверхностях коронки они постепенно перемещаются в плоскость, перпендикулярную к длинной оси зуба, или даже несколько уклоняются от нее в сторону верхушки

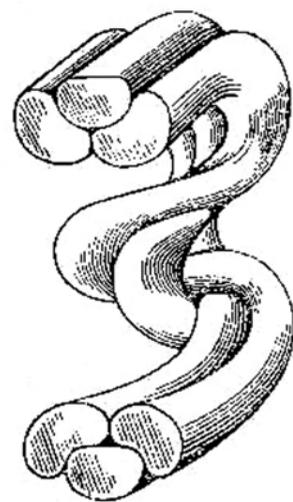
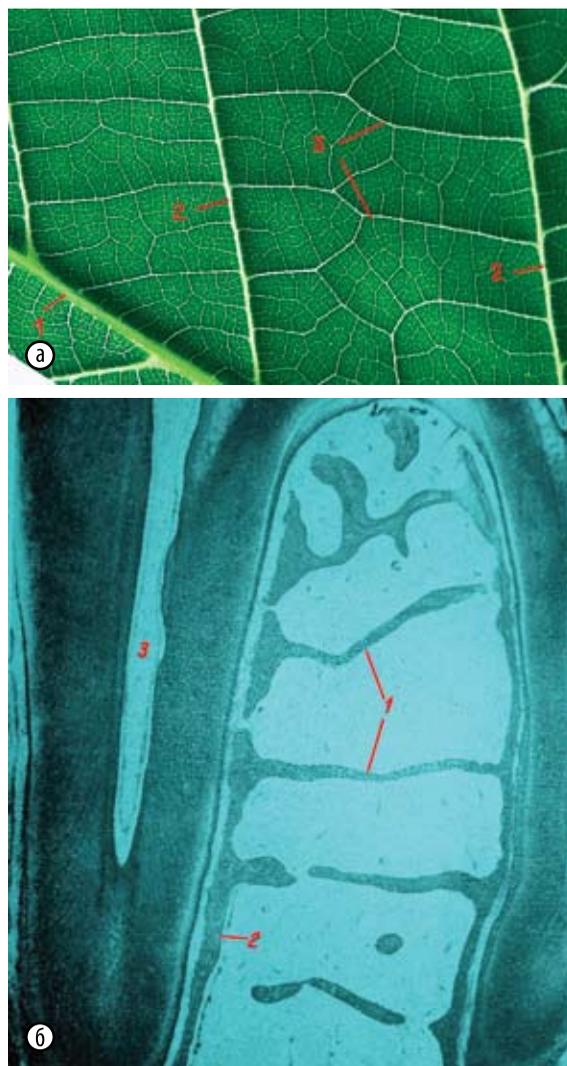


Рис. 3. Схема спиралевидных взаимоотношений эмалевых призм (схема по И. С. Кудрину) [11].

промежуточным веществом образуется чрезвычайно прочная конструкция. По своей внутренней структуре эмалевые призмы неоднородны и содержат в своем составе органический компонент, который на декальцинированных препаратах или в незрелой эмали имеет фибриллярную структуру, в виде тонкой сеточки, равномерно пронизывая всю

призму, а в молодой эмали и межпризматическое вещество. Многие авторы отмечают, что в ранних стадиях своего образования органическая основа эмали является аморфной или однородной и приобретает фибриллярный характер лишь постепенно, в процессе своего обызвествления. По нашему мнению, общая пространственная форма из эмалевых призм напоминает решетчатую конструкцию, на что также обращают внимание Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев (1990), но с точки зрения органической белковой матрицы и ее связи с минеральной фазой через Са. Отмечается, что М. Glimcher и соавт. (1954) впервые выделили специфический белок эмали нерастворимый в ЭДТА и соляной кислоте. Представляя собой очень устойчивый белок, он оказался нерастворим даже в 1 н. соляной кислоте. «Этот белок при осторожной декальцинации остается на коронке зуба в виде своеобразной короны, волокна которой идут от фиссур жевательной поверхности к шейке зуба, где они наиболее выражены. Меньшее его количество находится в области бугров и боковых поверхностей. Высокая устойчивость белка, сродство его к коллагену и эластину позволяют предположить, что он играет роль «скелета», придающего устойчивость всей структуре эмали в целом» (с. 112) [3]. Подобные природные конструкционные «решения» мы обнаружили в описании строительно-механических принципов в строении, росте и формировании клеточных оболочек растений. В изучении проблемы архитектуры растений в середине прошлого века большой вклад внес проф. В. Ф. Раздорский (1883—1955). Им было показано, что мицеллярные ряды целлюлозы и фибриллы в клеточной оболочке сплетаются наподобие трехмерной сетки, образуя в местах соприкосновения и скрещивания узлы похожие на узлы сетки [13]. Микроскопическое исследование животных клеток показало, что основное вещество цитоплазмы представляет собой трехмерную микротрабекулярную решетку, построенную из тонких (диаметром 3-6 нм) тяжелей заполняющих клетку. Другие компоненты цитоплазмы — органеллы, небольшие тельца выполняющие специфические функции (пластиды, комплекс Гольджи, митохондрии и т. д.), находятся в подвешенном состоянии, прикрепленные к этой решетке. Есть свидетельство того, что и клетки растений имеют сходный цитоскелет. Обращает на себя внимание и архитектура листьев растений, а именно их жилкование, которое часто бывает дихотомичным, то есть вильчатое. У двудольных листьев с перистым жилкованием от главной жилки, под тем или иным углом, отходят боковые, параллельные по отношению друг к другу, жилки первого порядка. Они соединяются между собой сетью мелких поперечных жилок между собой — перемычек, жилок второго порядка, тем самым формируя прочную конструкцию на всех уровнях (рис. 4 а) [14].



**Рис. 4.** Общие закономерности в архитектонике листа и межальвеолярной перегородки: а) 1 — главная жилка листа; 2 — параллельные жилки первого порядка; 3 — поперечные жилки (перемычки) второго порядка, (фото автора); б) 1 — межкорневая перегородка с горизонтальным расположением перекладин губчатой кости; 2 — стенка альвеолы; 3 — корневые каналы, (фото из книги Л. И. Фалина, 1963).

В отличие от тех, кто сравнивал растения со строительными и инженерными конструкциями В. Ф. Раздорский в своей теории доказывал, что растение — это, в первую очередь, живой организм, согласно законам механики, реагирующий на действие сил приложенных к нему в данный момент, но вместе с тем и, согласно биологическим законам, реагирующий на них изменением строения своего тела и его частей [13]. По нашему мнению, это определение может быть переведено и в область стоматологии, а именно в раздел биомеханики зубочелюстной системы, в которой, как в зеркале отражаются местные и общие изменения в функционировании организма. В строении межзубных костных перегородок обнаруживаются те же конструкционные принципы, что и в листьях растений. Внутренняя структура костной перегородки образована горизонтально распо-

женными перекладами губчатого вещества. С одной стороны, переклады соединяют обе стенки перегородки, а с другой, за счет «многоярусности» обеспечивают прочность зубной альвеолы, так как свое начало они берут от дна соответствующих альвеол (рис. 4 б) [12].

Необходимо отметить, что на заре науки о сопротивлении материалов и теории упругости, установлении основных положений этих дисциплин стояло в тесной связи с рассмотрением конструкции растений (и отчасти — скелета животных). Основоположником науки о сопротивлении материалов считается великий ученый Г. Галилей (1638), а упругости материалов — английский естествоиспытатель, ученый-энциклопедист Р. Гук (1635—1703). Гук экспериментально обосновал свое теоритическое положение о пропорциональности между упругими растяжениями, сжатиями и изгибами, и производящими их напряжениями (Закон Гука, 1660 г.). Р. Гук подробно изучал микроскопическое строение растений и мельчайшие детали живых организмов, впервые ввел представление об их клеточном строении (термин «клетка» был введен Гуком в 1665 году). Еще естествоиспытатели XVIII века занимались вопросами о том, не имеется ли в теле растений аналогов костному скелету животных. Так, например, Ф. Шранк (1875) полагал, что «древесные волокна можно, конечно, сравнить с костными волокнами животных, а клеточную ткань — с их мясом; и в этом отношении большинство деревьев имеет сходство с млекопитающими, амфибиями, рыбами и птицами». На рубеже XIX-XX веков многие ученые-естествоиспытатели, занимающиеся проблемами архитектуры растений, обращали внимание в своих наблюдениях на такое простое и распространенное явление как «гибкость», пытались найти ей объяснение с позиции биомеханики. В конечном итоге, явление было признано рациональным приспособительным устройством и как один из конструктивно-механических принципов в конструкции растений [13].

При изучении морфологических особенностей строения пульпы зубов Е. В. Ковалев (1977) установил, что артериолы, анастомозируя, образуют аркадные конструкции, располагающиеся ярусами на всем протяжении пульпы. По мнению автора, существование артериоларных аркад (и сопутствующих им венул) обуславливает пространственную организацию кровеносной системы пульпы как повторение (ярусы) комплексов микрососудов, представленных всеми звеньями микроциркуляторного русла. Вероятно, что такая пространственная организация анастомозов может послужить дополнительным аргументом в пользу вероятной универсальности «блочного» типа объединения и для микрососудов [15]. Такой же «аркадный» принцип, но уже на примере расположения балочек губчатого вещества можно наблюдать в системе функционально взаимосвя-

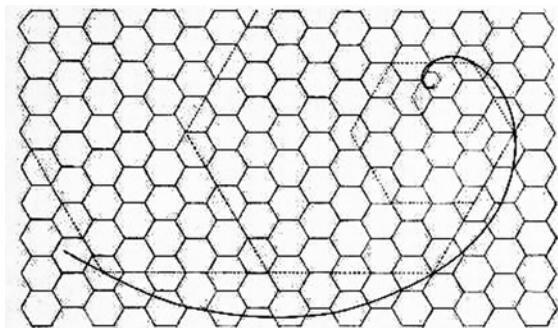
занных костей, например бедренных. При анализе траекторий, оказывается, что кривые продолжают с одной кости на другую через тазобедренные суставы, что, по мнению Р. Глазера (1988), не запрограммировано генетически, а возникает как ответ на нагружение скелета в процессе морфогенеза [16]. У взрослых в нижней челюсти траектории от подбородочного бугра одной стороны идут до области премоляров другой, переходя, таким образом, с одной стороны челюсти на другую [11,12].

На поперечных шлифах или срезах каждая призма имеет полигональную или гексагональную форму. В своей книге Л. И. Фалин «Гистология и эмбриология полости рта и зубов» (1963) отмечает, что в отличие от общепринятого взгляда на образование эмалевых призм, согласно которому каждый амелобласт в процессе своего развития превращается в эмалевую призму, скандинавские ученые, и в частности Густафсон (Gustafson, 1959), на основе проведенных исследований, предлагают свою точку зрения на процесс образования эмалевых призм и деятельность амелобластов. Густафсон рассматривает образование эмалевых призм как процесс секреции жидкого или полужидкого вещества вершинами амелобластов. Это вещество затем конденсируется, и из него строятся отдельные сегменты будущих призм. Границы между отдельными сегментами сохраняются и в зрелой эмали, обуславливая поперечную исчерченность эмалевых призм [12]. М. Г. Бушан и соавт. (1979), также указывает, что центральные концы адамантобластов дают начало эмалевым призмам. Окружающая их эктоплазма преобразуется в склеивающее межпризменное вещество эмали. Обызвествление эмалевых призм начинается с части клеток обращенных к дентину. Ко времени достижения слоев эмали окончательной толщины адамантобласты полностью преобразуются в эмалевые призмы. Что же касается дентина, наибольшей по объему твердой ткани зуба, то элементы ее структуры также имеют отношение к гексагональной форме. Отмечается, что путем фракционного центрифугирования были выделены кристаллы дентина интактных зубов, большинство из которых, в поперечном сечении напоминало шестиугольник [2,17].

*«Я убежден, что придет время, когда физиолог, поэт и философ будут говорить на одном языке, и будут понимать друг друга», Клод Бернар.*

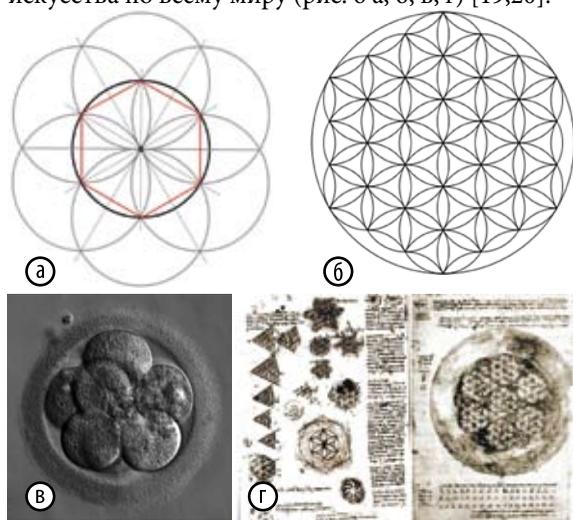
Однако, в доступной нам научной литературе мы не нашли объяснения механизма образования эмалевых призм гексагональной формы, которая обнаруживается на поперечных шлифах зубов. В то же время, дальнейшие исследования по данной проблеме представляются необходимыми в свете более глубокого понимания биологических механизмов формирования эмали, а также ее биомеханических свойств. Еще в начале XX века шотландский биолог, математик Д. У. Томпсон (1860—1948)

в своей классической работе «Рост и форма» (1917) указал на взаимосвязь между гексагональной и спиральной симметрией (рис. 5) [18].



**Рис. 5.** Графическое построение логарифмической спирали в гексагональной системе координат (по Д. Томпсон, 1917).

Таким образом, мы предположили, что, отчасти, ответ касающийся вопроса об особенностях строения эмалевых призм, следует искать обратившись к специальному виду геометрической симметрии, так называемой, орнаментальной или кристаллографической симметрии. Орнаментальный узор или узор из шестиугольников, в применении к двум измерениям встречается гораздо чаще других, как в природе, так и в произведениях искусства по всему миру (рис. 6 а, б, в, г) [19,20].



**Рис. 6.** Цветок Жизни. Считается, что этот древний рисунок, обнаруживаемый во многих культурах Древнего Мира, содержит тайный символ мироздания: **а, б** — схема построения наиболее распространенной формы Цветка Жизни в виде гексагона (шестиугольник, где центр каждого круга находится на окружности шести окружающих кругов такого же диаметра); **в** — 3 дневный эмбрион человека; **г** — Леонардо да Винчи изучал формы Цветка Жизни и его математические свойства [20].

Такой же гексагональный узор, как мы уже отмечали выше, можно увидеть в различных природных структурах, как ткань паренхимы кукурузы, пигмент сетчатой оболочки наших глаз, кристаллы воды (снежинки), органические молекулы (например, графита) и, наконец, наиболее яркий пример, — пчелиные соты. В трехмерном пространстве этот вид симметрии характеризует

расположение атомов в кристалле. Если на плоскости расположить в несколько рядов плотно расположенные равные круги, то между кругами останутся небольшие промежутки. Касательные к кругу в точках, где он соприкасается с шестью окружающими его кругами, образуют правильный шестиугольник и если заменить каждый из кругов такой фигурой, то получим правильную конфигурацию из шестиугольников, заполняющую всю плоскость. Сами контуры построенных фигур имеют минимум длины с углами в  $120^\circ$ , как это и требуется «законом минимальной длины» (рис. 8 а). В полужидком пчелином воске, в соответствии с законами капиллярности, капиллярные силы, оказывают, вероятно, большее воздействие, чем давление изнутри от пчелиных тел, превращая круги в описанные шестиугольники [19].

Н. А. Заренков в своей книге «Биосимметрия» (2009) дает общее описание построения сотовой решетки в природных биоморфах. Построение начинается с трехлучевой звезды. Каждый луч единичной длины заменяется трехлучевой звездой с более короткими лучами длиной  $2/3$ . В результате количество отрезков утроится ( $3 \times 3 = 9$ ), а их общая длина удвоится,  $2/3 \times 9 = 6$ . Значит,  $D = \ln 3 / \ln 2 = 1,585$ . На следующей стадии некоторые отрезки смыкаются в шестиугольные ячейки, и, тем не менее, количество отрезков по-прежнему возрастает втрое ( $3 \times 9 = 27$ ), а их общая длина удваивается ( $2/3 \times 2/3 \times 27 = 12$ ). Далее ячейки продолжают мельчать и, следовательно, площадь каждой ячейки все больше сокращается. Поэтому расширение площади, занимаемой сотовой сетью может иметь предел (! — прим. авт. статьи), например площадь описанного шестиугольника, тогда как суммарная длина отрезков сети, по предположению Н. А. Заренкова, возрастает неограниченно [21].



**Рис. 7.** Пчелинная роевня [22].

Рассмотрим удивительные свойства шестиугольной ячейки в природе еще на одном показательном примере, где в ее строении усматривается один из формирующих законов природы, а именно «золотой пропорции».

Так, при измерении сота сердцевидной формы П. Я. Сергиенко (2009) получил следующий приближенный результат: длина (с учетом обломившейся и смявшейся части сота в месте его крепле-

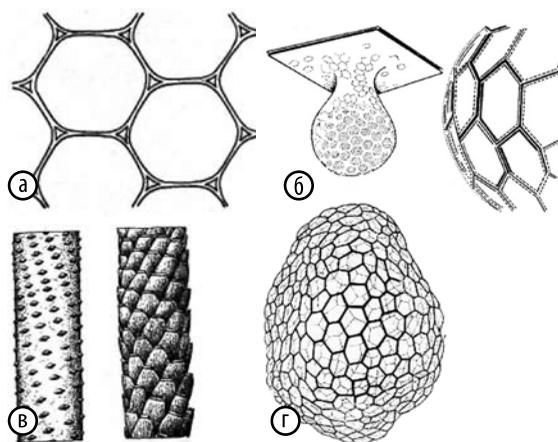
ния)  $\approx 105$  мм; ширина по центру симметрии  $\approx 65$  мм, где  $105/65 \approx 1,615\dots$  (рис. 7) [22]. Архитектура сотов уникальна и поэтому необходимо остановиться на ее описании подробней. Каждый сот состоит из многих тысяч небольших восковых камер или ячеек — геометрически правильных шестиугольников (призм). Устройство ячеек по-разному целесообразно, а толщина их стенок составляет всего десятую долю миллиметра. Ведь при круглых или, допустим, восьми — или пятиугольных ячейках между ними бы оставались неиспользованные пространства. Кроме того, каждая ячейка должна было бы целиком или частично иметь собственные стенки, то есть потребовался бы лишний материал. При трех —, четырех — или шестиугольных ячейках оба эти недостатка отпадают, так как каждая стенка является общей для двух соседних ячеек и при этом нет никаких лишних промежутков. Именно такие формы ячеек будут одинаково ограничивать совершенно равные площади, и при одинаковой глубине будут вмещать равное количество меда. Однако из всех трех равных по площади геометрических фигур шестиугольники имеют наименьший периметр. Таким образом, шестиугольные ячейки, наиболее лучший и экономный из всех мыслимых вариантов при котором требуется наименьшее количество строительного материала. Донышко каждой ячейки состоит из трех восковых пластинок имеющих форму ромба, в котором отношение диагоналей приблизительно равно  $1,618\dots$ , то есть числу «золотой пропорции» [22,23].

По нашему мнению представленные факты построения сотовой решетки в природных объектах помогут во многом понять общий принцип строения эмали и не только у человека, но и у всех млекопитающих обитающих на Земле. Возможно, что и в форме коронок зубов также должна проявляться «золотая пропорция», где экватор зуба является разделяющей границей. И тогда формообразование зубов у человека следует рассматривать не только с эволюционной точки зрения в связи с изменением характера пищи, то есть функции, но и параллельно с точки зрения оптимальности и экономичности затраченных природой объемов строительного материала, где «золотая пропорция» как «невидимый дирижер» регулирует анатомо-физиологическими процессами любого живого организма на генетическом уровне. Мы считаем, что наше предположение подтверждают следующее известное высказывание авторитетных ученых:

Е. И. Гаврилов, А. С. Щербаков в учебнике «Ортопедическая стоматология» (1984) отмечают: «Положение о функциональной ориентировке коллагеновых волокон (периодонта — прим. автора статьи) не вызывает сомнений. Спорным является другое. Одни считают, что функциональная ориентировка волокна является врожденной, другие (Эшлер) утверждают, что она возникает после прорезы-

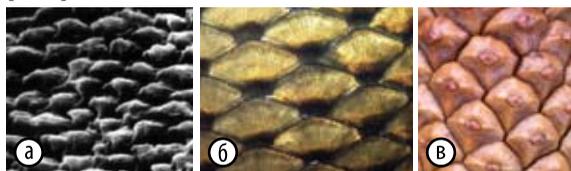
вания зубов и включения их в функцию. По нашему мнению, функциональная ориентировка волокон является врожденной и формируется в период прорезывания зуба. Однако характер функции отдельных групп зубов (резцы, моляры), а также индивидуальные особенности смыкания зубных рядов и роднищи могут определенным образом сказываться на строении пародонта. Следовательно, врожденные структуры являются фоном, на котором функция создает свой прижизненный рисунок» [24].

Спиральные структуры являются объектом изучения большого количества наук, в том числе и архитектурной бионики [25,26]. Спиральное расположение семян, листьев, веток, чешуек, называемое филлотаксисом является весьма распространенным в природе. В качестве биологического объекта, строение которого можно наглядно описать с помощью спиральных структур, как правило, используется корзинка подсолнуха. Элементарные эмпирические наблюдения дают возможность предположить, что корзинка подсолнуха состоит из однотипных четырехугольных ячеек, «растущих» от центра к периферии. В своей статье «Метод геометрического построения спиральных решеток» А. В. Радзюкевич (2007) доказывает, что именно симметричные спиральные решетки обладают наибольшей плотностью укладки кругов (шариков), хотя в природных объектах ячейки могут иметь как четырехугольную, так и шестиугольную форму. Геометрические характеристики параметров спиральных решеток оказались идентичны, как на базе четырехугольных, так и шестиугольных ячеек. Минимальная площадь пустот по отношению к шестиугольной ячейке оказалась, в том случае, когда количество правых и левых спиралей равно (рис. 8 а, б, в, г) [27].



**Рис. 8.** Гексагональная форма строения структурных элементов в природе: **а)** схематическое изображение шестиугольников образованных в круге из касательных линий в точках, соприкасающиеся с шестью окружающими его кругами [19]; **б)** У простейших, особенно у инфузории туфельки, пелликула (жесткий слой, часто определяющий форму клетки простейших) образует утолщения, располагающиеся в виде шестиугольников, в центре которых выходят реснички [28]; **в)** интерстициальный каркас альвеолы легких [18]; **г)** спиральная (аркадообразная) укладка на побегах пальм [29].

Если рассматривать образование эмалевых призм как процесс секреции жидкого или полужидкого вещества вершинами амелобластов, мы можем предположить, что вероятно также как и в полужидком пчелинном воске здесь действуют законы капиллярности, оказывая влияние на образование эмалевых призм, из отдельных сегментов во время конденсирования вещества. В своей работе Л. И. Фалин (1963) приводит данные Скотта (Scott, 1955), что только 2% исследованных им призм имели правильную гексагональную форму, 57% призм имели форму аркад, 31% были полигональными или овальными и 10% имели неправильную форму, что говорит о том, что чаще всего встречалась аркадная форма на поперечных срезах эмалевых призм [12]. М. Г. Бушан и соавт. (1979), Е. В. Боровский (2003) также описывают наиболее часто встречаемую форму эмалевой призмы в поперечном сечении как аркадообразную или в форме чешуи, представляющая собой клиновидную форму с округленным основанием. Заостренными концами вышележащие призмы вклиниваются между широкими концами нижележащих призм в форме аркад (рис. 9 а, б, в) [2,30].



**Рис. 9.** Общие законы строения структурных элементов в разнообразных объектах живой природы и спиральный принцип их расположения: **а)** эмалевых призм; **б)** рыбьей чешуи; **в)** шишки.

Как отмечает Н. А. Гурин (1976), некоторые особенности развивающейся эмали млекопитающих установили Boyde и Lester (1967), которые выявили 3 характерных профиля минерализации, обусловленных плоскостью среза. Так, при тангенциальном срезе поверхность эмали имеет ячеистую структуру, напоминая строение сот. В продольном срезе структура эмали напоминает «зубья пилы» или «чакокол», в трансверзальном — была похожа по строению на «зубчатую стену». Boyde (1965) связывает структуру минерализующего фронта развивающейся эмали с различной ориентацией эмали. Prout (1971) исследовал зависимость состояния эмали зубов крыс от состава диеты и установил, что изменение структуры эмали является следствием нарушения метаболизма и функции амелобластов, а, следовательно, может привести к неполной минерализации эмали [31]. Во-первых, из вышесказанного следует что, вероятно, гексагональная форма эмалевых призм, под влиянием капиллярных сил, является первичной, но в процессе конденсирования полужидкого вещества они приобретают в основном другие формы, так как совершенно правильный узор из шестиугольников возможен только на плоскости, но не на

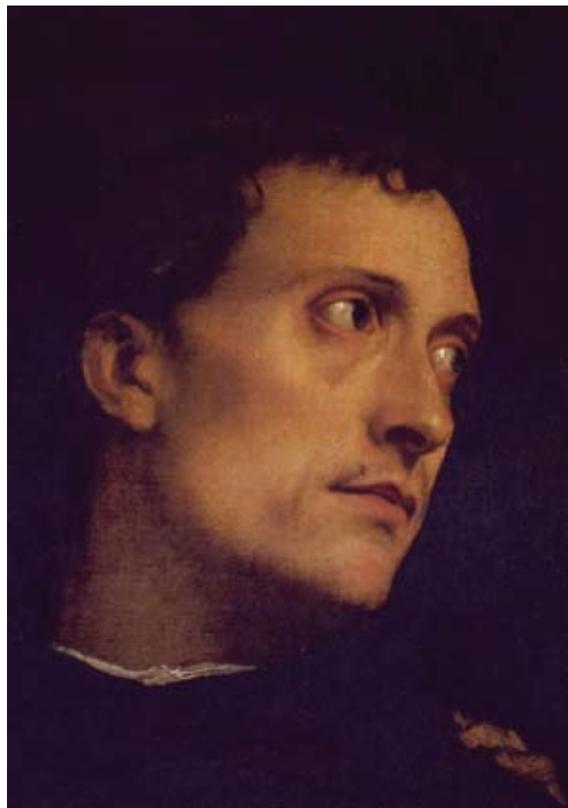
сфере. Это следует из одной основной формулы топологии, что шестиугольная сеть, покрывающая сферу, невозможна. Во-вторых, Х. И. Ирсалиев и соавт. (1987) при помощи сканирующего электронного микроскопа исследовали слизистую оболочку твердого неба и установили, что поверхность клеток многослойного ороговевающего эпителия в передней трети твердого неба напоминает вязаную ткань с большим количеством углублений, напоминающих сотообразный вид [32]. Мы также обратили внимание на известный факт, что стенки четырех последних путей бронхального «дерева», называемых альвеолярными ходами, целиком состоят из напоминающих пчелиные соты структур — альвеол, число которых в легких достигает  $3 \cdot 10^8$ . Стенки альвеол, толщиной около 10 мкм, образованы плотной двухмерной сетью капилляров, ячейки которой имеют в основном шестиугольную форму. Франкус и Ли (1974) предложили рассматривать геометрию типичной альвеолы пентагон — додекаэдром, а Каракаплан (1976) предлагает считать ее поперечное сечение гексагональным [33]. Печень человека состоит из шестиугольных трубчатых долек, каждая из которых содержит губчатую ткань, располагающуюся радиально вокруг центральной вены [34]. И, в-третьих, аркадообразная форма строения в живой природе встречается довольно часто, так как данный принцип строения соответствует одной из наиболее распространенных видов симметрии, а именно спиральной биосимметрии. По нашему мнению под аркадностью структуры необходимо понимать именно описание спирального принципа конструкции эмали, что согласуется с описанием образования эмали по И. С. Кудрину (1968). Он отмечает, что еще перед тем как полностью срастутся между собой дентиновые колпачки и начнется отложение дентина по всей внутренней поверхности эмалевого органа, адамантобласти начинают на поверхности дентина строить эмаль одним концом вытягиваясь и превращаясь в эмалевые призмы, а другим концом как бы отступая в сторону пульпы эмалевого органа. И далее цитируем по автору: «*Так как они [адамантобласти] — (прим. автора статьи) при этом отодвигаются от дентина не по прямой линии, а спиралеобразно с преимущественным ходом, то параллельно поверхности коронки, то перпендикулярно к ней, то и эмалевые призмы в эмали зуба имеют такой же сложный ход*» [11].

При изучении научной литературы, мы решили провести поиск фактов, где бы описывались на молекулярном, клеточном или тканевом уровне данные, которые доказывали бы проявление «закона минимальной длины» в биологических структурах, взяв за основу пример шестиугольного узора, контуры которого имеют минимум длины, образуя углы в  $120^\circ$ .

Так, на протяжении всей жизни, в результате постоянного функционального воздействия угол нижней челюсти претерпевает анатомо-

морфологические изменения, но по данным В. Н. Трезубова проводившего измерения на профильных рентгенограммах, оптимальные значения развития достигают, в возрасте 18-20 лет и составляет от  $112^\circ$  до  $134^\circ$  ( $119,8^\circ \pm 5$ ) [24, 35] (рис. 10). Обратимся к функциональной механике собственно жевательной мышцы. Равнодействующая поверхностного и глубокого слоев этой мышцы имеет направление, образующее с франкфуртской горизонталью угол, открытый кпереди и равный у новорожденного  $126^\circ$ , а у взрослого —  $110^\circ$  [36]. Среднее арифметическое значение составляет —  $118^\circ$ . В противоположность височной мышцы, жевательная мышца в процессе роста наклоняется кпереди, что, по нашему мнению, объяснимо с точки зрения биомеханических законов стремления органов к выполнению своей функции с минимальными энергетическими затратами, после прорезывания зубов и началом интенсивного роста восходящей ветви и тела нижней челюсти. Благодаря сходству с жевательной мышцей в направлении пучков, внутренняя крыловидная мышца при сокращении оказывает сходное с этой мышцей действие на положение нижней челюсти. Равнодействующая внутренней крыловидной мышцы образует с франкфуртской горизонталью угол открытый кпереди и равный, по данным Фрейфельда, у новорожденных  $1170$ , а у взрослых  $970$  [36]. Среднее арифметическое значение составляет —  $1070$ . У правильного пятиугольника угол равен  $1080$ . Далее отметим, о известном соотношении высоты ветви к протяженности тела челюсти у взрослых составляет  $6,5 - 7 : 10$  [35], в котором усматривается принцип «золотой пропорции». Математический расчет показывает, что если умножить высоту ветви нижней челюсти на число «золотой пропорции»  $1,618$  ( $6,5 \times 1,618 = 10,517$ ), то убедимся, что в форме нижней челюсти заключен еще один из фундаментальных законов природы. Из представленных примеров следует, что в строении лицевого черепа и зубочелюстной системы обнаруживаются основополагающие виды симметрий (спиральная, пентагональная, гексагональная), а главная координирующая роль в происходящих в организме физиологических процессах, по-видимому, отводится «золотой пропорции» (математическое выражение) или «золотому сечению» (геометрическое выражение). Считается доказанным, что критерий «золотого сечения» способствует минимизации энергетического состояния биосистем на любом уровне организации [37].

Интересный факт мы обнаружили при изучении механических свойств мышц. Основное свойство мышц — способность сокращаться. Все мышцы работают по одному принципу и имеют близкий химический состав: вода — 75%, белки — 20%, аденозинтрифосфат (АТФ) — до 0,4%. В процессе химической реакции отщепления молекулы фосфорной кислоты из АТФ освобождается энергия, приводящая в действие механизм сокращения



**Рис. 10.** Возрастные изменения, происходящие в результате роста и функции лицевого черепа и мышц, подчиняются всеобщим формообразующим биологическим законам природы. (Фрагмент картины Тициана «Концерт» (1510 г.), Флоренция).

мышц [38]. Механическое движение мышцы является ни чем иным, как движением полиионов. В. А. Энгельгардт, считает, что АТФ выполняет роль «смазки», пластификатора, образно говоря, молекулы АТФ служат колесиками, по которым скользят белковые нити [39]. Мышечные волокна окружены соединительной тканью, состоящей из волокон коллагена и эластина. Соединительная ткань скелетной мышцы имеет сетевидное строение, которое обеспечивает синхронность передачи напряжения от мышечных волокон к сухожилию и возможность значительной деформации волокнистого каркаса. Каждое мышечное волокно (вытянутая мышечная клетка) окружено мембраной — сарколемой. Мышечные клетки содержат смещенные к периферии ядра и заполнены миофибриллами. Поперечные мембраны разделяют каждую миофибриллу на волокна поменьше — саркомеры, мельчайшие образования, обладающие способностью сокращаться. В миофибриллах находятся собранные в пучки миофиламенты. Миофиламенты состоят из параллельно упакованных продольно вытянутых миозиновых и актиновых филаментов. Толстые миозиновые нити расположены в строго гексагональном порядке (! — прим. автора статьи), причем в зоне перекрытия каждая тонкая нить окружена 3 толстыми, а толстая — 6 тонкими актиновыми, которые относительно неупорядочены вне зоны их перекрытия с миозиновыми филаментами. Тонкие нити на 60% состоят из белка ак-

тина, который также образует слегка скрученные в спираль нити. Миозиновые филаменты имеют длину 1 мкм и диаметр 10 нм (100Å). Они состоят из стержня, образованного двумя перевитыми одна с другой геликоидальными частями молекулы, то есть третичной структурой белковой нити. На конце стержня находится глобулярная головка, способная к ферментативному гидролизу АТФ. Аденозинтрифосфатазная (АТФазная) активность миозина была открыта В. А. Энгельгардтом и М. Н. Любимовой в 1939 году, которая и является основой собственно процесса преобразования энергии. Последовательные головки смещены одна относительно другой на 120° [38]. При активации саркомера оба типа нитей «перешиваются» друг с другом поперечными мостиками диаметром 30-50 Å (3-5 нм) и расположены спиралью, виток которой равен примерно 400 Å (40 нм), создаваемых головками миозина. Решетки нитей скользят, вдвигаясь одна в другую. Благодаря этому происходит сокращение волокна [38, 40].

Известно, что функционально вся деятельность нервной системы основана на процессах возбуждения и торможения. Возбуждение возникает под влиянием электрических, тепловых, химических и механических раздражений и распространяется по нервной системе в виде нервных импульсов, скорость проведения которых по нервным волокнам не превышает 120 м/с (у человека) [41]. В литературе часто кристаллы апатита эмали описывают как стержни имеющие в поперечном сечении шестигранную форму и по сравнению с другими твердыми тканями их отличает значительная величина. В среднем их длина равна 160 нм, ширина — 40-70 нм и толщина 26 нм. Форма и величина кристаллов эмали может отклоняться от указанной в зависимости от степени зрелости эмали или локализации в оболочке эмали [42]. И когда длина вновь образовавшихся призм достигает 20 мкм (20 000 нм), они начинают, так же как и окружающее их межпризматическое вещество, пропитываться солями извести [12]. Проведем математический расчет для определения приблизительного количества кристаллов гидроксилapatита, которые можно расположить по их длине, друг над другом, в отрезке равном 20 мкм:

- 1)  $20 \text{ мкм} = 20\,000 \text{ нм}$ ;
- 2)  $20\,000 \text{ нм} / 160 \text{ нм} = 125$ ;
- 3)  $20\,000 \text{ нм} / 120 = 166,666667$ .

Итак, 166,6 — это гипотетическая средняя длина одного кристалла гидроксилapatита необходимая для того, чтобы 120 кристаллов вместились в призму размером 20 мкм или 125 кристаллов при их длине равной в среднем 160 нм. Следовательно, в призму длиной 20 мкм могут поместиться в длину в среднем от 120 до 125 кристаллов апатита. Случайно ли это? Или еще одна из великих загадок Природы? И список примеров, в которых упоминается цифра 120, говорит нам о том, что «великая тайна» природы, человека и всего мироздания

в целом, по-видимому, будет раскрыта не скоро, если это вообще возможно. И об этом точно было сказано известным американским физиком Максом Планком: «*Наука не может постигнуть главную тайну мироздания и все потому, что мы сами являемся частью загадки, которую пытаемся разгадать*». Так, например, в настоящее время предел продолжительности жизни составляет 120 лет (отмечено в Книге рекордов Гиннеса за 2000 год единственный случай долгожительств женщины — 124 года, но это все же исключение из общего правила). Данный факт был известен уже в глубокой древности. Так, в VI главе Ветхого Завета Библии написано: «...*пусть будут дни их сто двадцать лет*». Это отмечено также и в другой древней книге — Тора: «...*пусть будут дни его сто двадцать лет*» (Бырэйшит, 6, 4) [41].

Итак, вернемся к основополагающему тезису о том, что биомеханическую функцию эмали определяет ее ультраструктура, так как основную массу ткани эмали составляют эмалевые призмы с межпризматическим веществом, размеры и форма которых колеблются, но чаще всего они представляют собой клиновидную форму с округленным основанием. Заостренными концами вышележащие призмы вклиниваются между широкими концами нижележащих призм. Известно о существовании девяти зон микротвердости эмали, интенсивность которых уменьшается от ее наружной поверхности до эмалево-дентинного соединения [3]. Вероятно, такая структурная особенность эмали, с точки зрения биомеханики, обусловлена тем, что каждая нижележащая зона обладает меньшей микротвердостью, но более упругими свойствами, чем вышележащая. В формировании биологических тел разных уровней организации и классов обнаруживаются общие законы взаимодействия в пространстве, так как процессы, происходящие в живой природе, будучи частью материального мира, подчиняются объективным физическим законам, в частности, законам механики [40].

*«То, что находится внизу, соответствует тому, что пребывает сверху; и то, что пребывает сверху, соответствует тому, что пребывает внизу, чтобы творить чудеса единой вещи», Гермес Трисмегист.*

Классическим примером спонтанной самоорганизации в природе считается феномен тепловой конвекции известный как неустойчивость Бенара. В начале века французский физик Анри Бенар обнаружил, что подогрев тонкого слоя жидкости может привести к образованию поразительно упорядоченного паттерна шестиугольных ячеек («медовых сот») [43]. Любая разновидность материи (вещества) — это различное состояние энергии. Как утверждает В. П. Плыкин (1995) «*Любое вещество (газ, жидкость, минерал, металл) имеет энергетическую структуру «пчелиных сот», вокруг узлов этой структуры*

раскручена информационно-энергетическая спираль, на разных витках которой находится различное количество энергетических сгустков, и которая, пронизывая все узлы, формирует энергетические ячейки по всей структуре вещества». «Упаковка» энергии в сверхплотное состояние — это информационно-энергетический процесс, лежащий в основе творения Вселенной. Автор задается вопросом, как в этом случае быть с бесконечностью Вселенной? Вселенная конечна, многослойна, постоянно расширяясь, сохраняет структуру «пчелиных сот» [44]. Подтверждение этой точки зрения мы нашли в статье доктора физико-математических наук И. Новикова (1980), в которой указывается, что: «Наблюдения выявили характерные особенности крупнейших структурных единиц Вселенной — сверхскоплений галактик. Оказалось, что в таких образованиях галактики и их скопления сосредоточены в тонких слоях, образующих стенки ячеек, внутренность которых практически пуста. Можно сказать, что распределение галактик во Вселенной напоминает пчелиные соты» [45]. По современным научным представлениям плоскую топологически сложную трехмерную Вселенную можно построить только на основе кубов, параллелепипедов и шестигранных призм. При этом наиболее хорошо полученные в эксперименте угловые спектры согласуются с моделью Вселенной, имеющей форму додекаэдра. При определенном соотношении между размером додекаэдра и кривизной для этого надо 120 сферических додекаэдров [46].

Математическое моделирование процесса роста в биологических объектах от центра через равные промежутки времени, показало, что наиболее оптимальное заполнение площади поверхности происходит, в случае формирования спиральных решеток с соотношением количества правых и левых спиралей, в пропорции «золотого сечения» [13]. Именно из-за огромной сложности мира живых организмов многие биологи сомневаются в возможности широкого применения математических методов. С определенной степенью точности поперечное сечение пчелиных сотов можно считать более или менее шестиугольным, однако при достаточно близком рассмотрении наблюдаются заметные отклонения от идеальной геометрической формы. Аналогично логарифмическая спираль, выбранная надлежащим образом, приближенно отражает форму раковины моллюска *Nautilus*, однако при более тщательных наблюдениях и измерениях легко обнаруживается, что она заметно отклоняется от теоретической кривой [47]. Как считал академик В. И. Вернадский «Жизнь — явление вселенское, она — результат взаимодействия высших законов гармонии, которым, в конечном счете, подчинено все. И разум, возможно, он для того и создан, чтобы ускорить процесс упорядочения, гармонизации. Возможно, на нас, носителей вселенского разума, возложена природой особая миссия. Миссия миссий...».

## Выводы

На примере построения сотовой решетки в природных биоморфах, спиральных решеток, эмалевых призм, альвеол легких, нижней челюсти, миозиновых филаментов мы установили определенную закономерность в структурной организации различных материальных объектов, что является результатом длительной эволюции приведшей к тому, что природа стала создавать такие биосистемы, в которых энерго-материальная зависимость от окружающей среды сведена к минимуму. На основании представленных данных, можно предположить, что, вероятно, существуют и другие примеры доказывающие наличие общих закономерностей в структурно- и формообразовании биологических тел и в зубочелюстной системе человека в частности.

## Библиография

1. Хмелевский С. И., Черных Б. Т. Функционально-пространственная рабочая модель зубочелюстно-лицевой системы человека и ее методологическая роль в развитии стоматологии. Экспериментальная и клиническая стоматология. Труды посвящены 10-летию ЦНИИС. М. 1973. — с. 200-250.
2. Бушан М. Г., Кодола Н. А., Кулаженко В. И. Кариес зубов, лечение и профилактика с применением вакуум — электрофореза. — Кишинев. «Карта Молдовеняскэ». — 1979. — 283 с.
3. Боровский Е. В., Леонтьев В. К. Биология полости рта. — М.: Изд-во «Медицина». — 1991. — 304 с.
4. Костиленко Ю. П., Бойко И. В. Структура зубной эмали и ее связь с дентином. Стоматология, 2005, Том 84, № 5, с. 10-13.
5. Асташенков П. Т. Что такое бионика. Серия «Научно-популярная библиотека». — М.: Изд-во «Воениздат». — 1963. — 88 с.
6. Мартека В. Бионика. Пер. с англ. — М.: Изд-во «Мир». — 1967. — 145 с.
7. Крайземер Л. П., Сочивко В. П. Бионика. — М.: Изд-во «Энергия». — 1968. — 115 с.
8. Эделмен Дж., Маунтквэл В. Разумный мозг. — М.: Изд-во «Мир». — 1981. — 135 с.
9. Рентгеновское излучение может вызывать кристаллизацию раствора пептидов. <http://www.rus-nano.ru/news.php?extend.1481> — 2010.
10. Кузина С. БОМба для Вселенной. «Российский космос» <http://tvroskosmos.ru/frm/zhurnal/2011/zhurnal0211.php>. — 2011.
11. Кудрин И. С. Анатомия органов полости рта. — М.: «Медицина», 1968. — 212 с.
12. Фалин Л. И. Гистология и эмбриология полости рта и зубов. — М.: 1963, 219 с.
13. Раздорский В. Ф. Архитектоника растений. — М.: Изд-во «Советская наука». — 1955. — 430 с.
14. Яковлев Г. П., Челомбитко В. А. Ботаника. Учебник для вузов. — С.-Пб.: СпецЛит, Изд-во СПХФА. — 2001. — 680 с.
15. Иванов В. С., Винниченко Ю. Л., Иванова Е. В. Воспаление пульпы зуба. — М.: Изд-во «Медицинское информационное агентство». — 2003. — 256 с.
16. Глазер Р. Очерк основ биомеханики. — М. Изд-во «Мир», 1988. — 129 с.
17. Бушан М. Г. Патологическая стираемость зубов и ее осложнения. — Кишинев: Изд-во «Штиинца». — 1979. — с. 21-22.
18. Thompson D. W. On Growth and form. Cambridge at the University Press. — 1917. — 780 p.
19. Вейль Г. Симметрия. — М.: Изд-во «ЛКИ», 2007. — с. 107-111.
20. Двенадцатеричное устройство мира. <http://ustierechi.ucoz.ru/publ/14-1-0-327>. — 2010.
21. Баренков Н. А. Биосимметрия. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». — 2009. — с. 171.
22. Сергиенко П. Я. Гармония в жизни пчелиной семьи. <http://www.trinitas.ru/>. «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.15472, 15.08.2009.

23. Фриш К. Из жизни пчел. Пер с нем. — М.: Изд-во «Мир». — 1980. — с. 21 — 23.
24. Гаврилов Е. И., Щербakov А. С. Ортопедическая стоматология. — М.: Изд-во «Медицина». — 1984. — с. 17.
25. Шубников А. В., Копчик В. А. Симметрия в науке и искусстве. Издание третье, дополненное. — М. 2004.
26. Архитектурная бионика. Под ред. Лебедева Ю. С. — М.: Изд-во «Стройиздат». — 1990. — 270 с.
27. Радзюкевич А. В. Метод геометрического построения спиральных решеток. <http://www.a3d.ru/architecture/stat/5>. — 2007.
28. Барьерно-транспортная роль плазмолеммы. <http://neobio.ru/content/view/79/20/>. — 2011.
29. Петухов С. В. Биомеханика, бионика и симметрия. — М.: Изд-во «Наука», 1981, 240 с.
30. Терапевтическая стоматология: Учебник для стоматологов медицинских вузов (под ред. Е. В. Боровского). — М.: «Мед. инфо. агент.». — 2003, с. 94.
31. Гурин Н. А. Растровая электронная микроскопия твердых тканей зуба. Стоматология. — Том 55, 1976. — № 3. — с.70-77.
32. Ирсалиев Х. И., Зуфаров А. А., Файзуллаев С. А., Халиев Р. Т. Поверхностная структура слизистой оболочки твердого неба по данным растровой электронной микроскопии. Организация стоматологической помощи и вопросы ортопедической стоматологии. Тезисы. Том I. VIII Всесоюзный съезд стоматологов. Волгоград, 30 сентября — 2 октября 1987. — с. 170 — 171.
33. Образцов И. Ф., Адамович И. С., Барер А. С. и др. Проблемы прочности в биомеханике. — М.: «Высш. шк.». — 1988. — 311 с.
34. Новицкий А. Структура печени. <http://essenciale.ru/struktura-pecheni/>. — 2010.
35. Трезубов В. Н., Щербakov А. С., Мишнев Л. М. Ортопедическая стоматология. Пропедевтика и основы частного курса. Учебник. — СПб.: СпецЛит. — 2001. — 480 с.
36. Бынин Б. Н., Бетельман А. И. Ортопедическая стоматология. — М.: Изд-во «МЕДГИЗ». — 1947. — 57-59.
37. Балакшин О. Б. Коды да Винчи — новая роль в естествознании? Неожиданное о золотом сечении: Гармония ассиметричных подобию в Природе. — М.: Изд-во КомКнига. — 2006. — 176 с.
38. Введение в цитологию (под ред. проф. В. П. Михайлова). М.: «Медицина», 1968. — 269 с.
39. Царфис П. Г. Природа и здоровье человека. — М.: «Высшая школа». — 1980. — с. 74.
40. Бранков Г. Основы биомеханики (пер. с болг.). — М.: Изд-во «Мир», 1981, с. 232.
41. Палько А. С., Некрасов М. С. Здоровье и гравитация. Новая концепция: проблемы и перспективы. Рост. Осанка. Красота. Долголетие. — М.: РУСАКИ, 2001. — 208 с.
42. Леманн К., Хельвиг Э. Основы терапевтической и ортопедической стоматологии. — Львов: ГалДент. — 1999. — 262 с. — 298 рис.
43. Капра Фритъоф. Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем. Пер. с англ. под ред. В. Г. Трилиса. — К.: «София»; М.: ИД «София», 2003. — 336 с.
44. Плыкин В. П. «В начале было Слово...» или След на воде. — Ижевск: Изд-во Удм. ун-та. — 1995. — 43 с.
45. Вселенная как додекаэдр. <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/2651/> — № 4 (2787). — 2006.
46. Новиков И. Гравитация, нейтрино и Вселенная. Наука и Жизнь. — № 10, 1980. — с. 24.
47. <http://domino.novsu.ac.ru/kse/pril/7.htm>.

## EVALUAREA REZULTATELOR PRIVIND ADRESABILITATEA PACIENȚILOR LA SERVICIILE STOMATOLOGICE

### Rezumat

Asistența stomatologică de ambulatoriu este cea mai reprezentativă în acordarea serviciilor medicale, constituind conform datelor adresabilității 20-25%, ocupînd astfel locul doi după numărul de adresări la medicii de profil terapeutic, în special medicii de familie. Maladiile stomatologice sunt cele mai răspîndite afecțiuni care necesită măsuri eficiente de profilaxie și tratament, îndeosebi în combaterea cariei și a afecțiunilor parodontului ca problemă medico-socială de importanță la etapa actuală. În aceste condiții structurile stomatologice de stat actualmente sunt instituții de bază ce acordă asistență stomatologică specializată de ambulatoriu populației.

**Cuvinte-cheie:** asistența stomatologică, servicii medicale, afecțiunile cavității bucale, caria, parodontul.

### Summary

#### ASSESSMENT OF DATA REGARDING PATIENTS RESORT TO DENTAL SERVICES

Out-patient dental services are the most representative in rendering medical services and constitute, according to the figures indicating the patients' presentation to the dentist, 20-25%, ranking the second after the number of those seeking general medical assistance, family doctors' help in particular. The dental diseases are the most wide-spread disorders necessitating effective measures of prevention and treatment of, primarily, caries and parodontal pathoses, their combating being at present an important medico-social problem.

**Key-words:** dental services, medical services, dental disease, caries, parodontal.

**Elena Tintiu,**  
doctor în medicină,

**Valeriu Burlacu,**  
profesor universitar

*Catedra Terapie  
Stomatologică, FECMF  
USMF „Nicolae  
Testemițanu”*