

## ЭЛЕКТРОННЫЙ СПИНОВЫЙ РЕЗОНАНС И РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ БИОМИНЕРАЛОВ

Ф.Г. Унгер<sup>1</sup>

Л.В. Цыро<sup>1</sup>

А.А. Пичугина<sup>1</sup>

Д.А. Афанасьев<sup>2</sup>

С.А. Киселев<sup>3</sup>

felix.unger@yandex.ru

tsyro@xf.tsu.ru

alina.com9@mail.ru

a.dmitri.86@gmail.com

nipineft@nipineft.tomsk.ru

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Российская Федерация

<sup>2</sup> ООО «Научно-исследовательская организация «Сибур-Томскнефтехим», Томск, Российская Федерация

<sup>3</sup> ОАО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа Восточной нефтяной компании», Томск, Российская Федерация

---

### Аннотация

Сделана попытка описать некоторые детали механизма образования биоминералов с физической точки зрения, основанной на понимании статистик Бозе — Эйнштейна и Ферми — Дирака. Высказано предположение, что раковые, простудные и многие другие процессы, в том числе старение, связаны. Перечисленные процессы представляют собой последствия гомолитических реакций распада бозонов с возникновением различных радикалов (фермионов) и неспособности организмов их вывода метаболическими каналами. Проведено изучение 22 образцов биоминералов, которые были разделены по данным рентгенофазового анализа на мочевые (ураты, оксалаты, фосфаты) и желчные. Методом электронного спинового резонанса показано, что особенностью всех биоминералов независимо от их состава является наличие спиновых центров, общее число которых приблизительно составляет  $10^{19}$  спин/г

### Ключевые слова

*Спиновые явления, бозоны, фермионы, химическая связь, биоминералы*

---

Поступила в редакцию 10.02.2016  
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016

**Введение.** Общая направленность исследований биопатологий типа органоминеральных агрегатов основывается на классических достижениях физики и химии, и достаточно редко на достижениях квантовой механики, хотя ключевые достижения последнего времени именно к ней и относятся (рентгеновские лучи, ядерный магнитный резонанс (ЯМР), томография на их основе и т. д.). Однако возможно многие процессы в живых организмах, в том числе и патологического

характера, имеют электронно-спиновую природу, что подтверждается экспериментально. Молекулярные образования, содержащие неспаренный электрон, это не просто другие молекулы, это особые образования, ведущие себя в живом организме специфически. Поскольку ферментативные реакции, являющиеся реакциями с прямым участием молекул с неспаренными электронами, изолированы в клетках, попадание в них чужеродного свободного радикала резко изменяет в них естественный ход процесса. В связи с этим имеет смысл изучать патологии организмов методом электронного спинового резонанса (ЭСР) — единственным прямым методом определения молекул с неспаренными электронами (свободных радикалов).

Изучению морфологических особенностей биоминералов, их состава, условий образования и т. п., посвящено много публикаций (например, [1–7]). Это достаточно важная проблема, так как с одной стороны биоминералы представляют собой продукт биологического цикла, а с другой — являются исходными веществами для биологического цикла, т. е. могут негативно влиять на весь организм в целом.

Все реакции, протекающие в организме, строго сбалансированы. Под действием негативных факторов может наблюдаться сбой в их протекании и тогда становится возможным образование камней в различных органах. Такое образование относится к «болезням» организма. Камни представляют собой патогенные органоминеральные агрегаты, к которым относятся камни мочевой системы, желчного пузыря, зубные и слюнные камни, а также холестериновые скопления, закупорки сосудов, астматические мокроты и т. д.

Существуют различные гипотезы и предположения о причинах образования патогенных органоминеральных агрегатов, однако до сих пор нет однозначного мнения по этому вопросу.

При описании различных теорий образования камней было установлено, что чаще всего процесс образования и роста мочевого камня связан с наличием центра или центров кристаллизации, т. е. ядра [8].

В.П. Смеловский предполагал следующее: ядрами мочевых камней являются, как правило, кристаллы мочевой кислоты и ее солей, иногда в смеси с фосфатами, оксалатами, при этом не отрицал нахождения в ядре мукоидного вещества как скрепляющей основы [9]. Г.С. Гребенщиков (1951) брал за основу ядра мукоид [10]. И.С. Колпаков (1965) и З.С. Вайнберг (1971) отмечали, что ядром (адсорбционным центром) мочевого камня может быть любое вещество, независимо от его природы — минеральное или органическое (почечный эпителий, кристаллы солей, гной, слизь, кровяные сгустки, инородное тело и т. д.) [11, 12]. Они отрицали первичность ядра в образовании камней, полагая, что основой образования и роста камня является не химический состав ядра, а весь комплекс создавшихся условий в моче (в организме), способствующий динамике этого процесса (стабильность и реакция мочи, скорость мочеотделения и др.).

Ранее в нескольких работах было определено наличие неспаренных электронов в тканях ракового поражения. Этот факт уже настолько привычен, что рассматривается как некоторое химическое «сопровождение» такого дисбаланса живых тканей [13–15].

В. Волков констатирует наличие неспаренных электронов в мокротах гриппозного, простудного, силикозного, астматического и другого происхождения, причем наличие неспаренных электронов больше в силикозных и астматических мокротах, чем в гриппозных и простудных [16].

Если назвать увеличенное число неспаренных электронов в объектах повышенным «парамагнетизмом» (хотя с магнитными явлениями этот факт связан слабо), то следовательно парамагнетизм (повышенный фон неспаренных электронов) сопровождает все явления, связанные с разрушением живых тканей.

При обращении к другим литературным источникам можно утверждать, что повышение парамагнетизма наблюдается во всех деструктивных процессах разрушения как органических, так и неорганических объектов.

Известна спиновая природа нефтяных дисперсных систем [17], процессов твердения цементов, ультрадисперсных порошков (типа взрывных наноматериалов) [18], каталитических процессов [19], процессов дыхания триплетным (с двумя неспаренными электронами) кислородом<sup>1</sup>, а также всех без исключения ферментативных процессов [14, 15] в замкнутых ячейках клеток живых организмов, разделенных друг с другом не только осмотическими чехлами, но и буферной средой, называемой физиологическим раствором (т. е. водой).

Цель настоящей работы — объяснение возможного механизма спиновых процессов, протекание которых в организме приводит к возникновению патологий. Объяснение основано на имеющихся в литературе данных по рассматриваемому вопросу, а также на данных эксперимента, полученных для биоминералов методом ЭСР.

**Экспериментальная часть.** Проанализировано 22 образца. Принадлежность образца к той или иной группе установлена по результатам определения фазового состава, проведенного на рентгеновском дифрактометре XRD-7000S. Предел допустимой систематической погрешности измерения углов равен  $\pm 0,04^\circ 2\Theta$ , шаг сканирования — 0,02, размеры щелей DS = 1, SS = 1, RS = 0,3. Анализ показал следующее: исследованные образцы имеют разный состав. Согласно рентгенофазовому анализу (таблица), изучаемые образцы были подразделены на мочевые (ураты, оксалаты и фосфаты) и желчные камни.

Изучение образцов проведено методом ЭСР на спектрометре JEOL JES-FA200. Условия съемки спектра:  $t = 25^\circ\text{C}$ ; частота СВЧ-излучения  $\approx 9,4$  ГГц; частота модуляции 100 кГц; чувствительность  $7 \cdot 10^9$  спин/0,1 мТл; максимальная развертка магнитного поля 500 мТл; ширина модуляции 1. Образец был помещен в кварцевую ампулу диаметром 5 мм.

По данным исследования образцов методом ЭСР (см. таблицу), особенно у всех образцов независимо от их состава является наличие спиновых центров, общее число которых равно около  $10^{19}$  спин/г. На ЭСР-спектрах образцов

---

<sup>1</sup> Иванов С. Публичная лекция о синглетном и триплетном кислороде и их действии на живые организмы (1993 г., Болгария).

наблюдаются широкая и узкая линии в области  $g$ -фактора 2, часто сопровождающие свободные радикалы органического вещества.

Структуры уратов и оксалатов сходны [4], что подразумевает похожий механизм формирования этих уролитов, несмотря на их различную локализацию в организме человека: ураты — в мочевом пузыре, оксалаты — преимущественно в почке и мочеточнике. Ураты и оксалаты представляют собой многоядерные сферолиты с характерной радиально-лучистой структурой, между лучами сферолитов обнаруживается оттесняемое при кристаллизации органическое вещество. Ядра сферолитов — скопления органического вещества, одноводный оксалат кальция у оксалатов и мочевой кислоты у уратов. Кроме того, общим для всех образцов является наличие некристаллической (аморфной) фазы. Это свидетельствует о наличии таких ассоциативных комбинаций, в которых имеется структурообразующий центр с некристаллическим образованием вокруг него сферического (или сфероподобного) окружения молекул, либо испытывающих притяжение к центру, либо наоборот, создающих вокруг него «мешок» отталкиваемых молекул.

Первый случай может соответствовать иону с зарядово-поляризованными молекулами вокруг (так обычно объясняют построение коллоидных частиц), второй случай — ассоциативным комбинациям с центрами из молекул с неспаренными электронами (фермионами), окруженных нейтральными частицами с компенсированными спинами (бозонами). Такое объяснение соответствует построению ассоциативных комбинаций нефтяных дисперсных систем [17]. Для них существует способ обогащения смеси *центрами ассоциативов*, в результате которого получают практически 100%-ный концентрат свободных радикалов (фермионов), называемый исследователями-нефтяниками асфальтенами.

Поиск способа обогащения камней, подобный способу, применяемому к нефтяным дисперсным системам, — специальная работа. Однако при допущении стойкости радикальных центров и инертности генерируемого организмом окружения по отношению к ним, можно достигнуть обогащения испарением или деструкцией до газовой фазы части камней, относящейся к бозонам окружения радикальных центров.

Образец Ж5 был отожжен в муфельной печи при температуре 700 °С в течение 2 ч в инертной атмосфере для удаления органической составляющей камня. Остаток после отжига составлял 0,16 % (мас.). Полученного количества остатка оказалось недостаточно для проведения качественного и количественного анализа, но достаточно для анализа методом ЭСР (рис. 1). Общее число спиновых центров в этом остатке составляет  $2,12 \cdot 10^{23}$  спин/г, т. е. порядок числа Авогадро. Таким образом, парамагнетизм остатка имеет такой же порядок, как и остаток асфальтенов в нефтяных дисперсных системах [17].

**Обсуждение результатов.** На основании полученных и имеющихся в настоящее время литературных данных о составе и строении камней рассмотренного типа, а также на достижениях в химии свободных радикалов сделаем попытку описать некоторые детали механизма образования биоминералов.

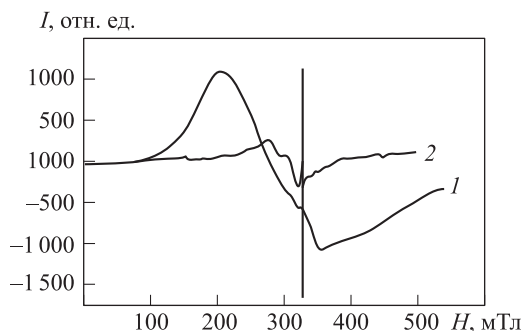
Данные исследования пагогенных органоминеральных агрегатов, полученные методами рентгенофазового анализа и ЭСР

Образец	Основная фаза	Содержание, %	Степень кристалличности, %	С <sub>общ</sub> · 10 <sup>-19</sup> , спин/г	Пик I		Пик II (узкий)	
					g	C <sub>I</sub> · 10 <sup>-16</sup> , спин/г	g	C <sub>II</sub> · 10 <sup>-15</sup> , спин/г
<i>Мочевые камни</i>								
У1	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub> — мочевая кислота	100	63	6,67	-	2,00463	1,36	
У2	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	100	65	0,88	-	2,00439	4,97	
У3	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	≈98	63	4,90	79,40	2,00459	5,42	
У4	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	≈98	50	1,42	-	2,00471	4,77	
У5	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	≈98	55	-	-	2,00413	8,13	
Ф1	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) — гидроксиапатит	96	62	1,08	-	2,00484	0,17	
Ф2	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)	98	59	1,22	0,21	2,00491	4,45	
Ф3	NH <sub>4</sub> MgPO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O — струвит	≈90–98	79	1,46	0,13	2,00452	2,91	
Ф4	NH <sub>4</sub> MgPO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O	≈90–98	69	1,47	0,75	2,00468	5,09	
Ф5	NH <sub>4</sub> MgPO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O	≈94–95	54	-	-	2,00384	13,25	
Ф6	NH <sub>4</sub> MgPO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O	99	87	-	-	2,00474	0,99	
Ф7	NH <sub>4</sub> MgPO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O	≈96	72	1,72	-	2,00468	2,22	
О1	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2,25H <sub>2</sub> O — гидрат оксалата кальция	≈95–96	96	0,34	1,34	2,00477	0,17	
О2	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O — уввелит	≈55	92	6,00	-	2,00484	0,89	
	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2,25H <sub>2</sub> O	≈45	92	1,78	0,22	2,00466	1,28	
О3	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	100	92	-	0,24	2,00451	2,10	
О4	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	100	92	-	1,05	2,00325	8,90	
О5	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	≈55	92	-	-	-	-	
	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2,25H <sub>2</sub> O	≈45	92	-	-	-	-	

Образец	Основная фаза	Содержание, %	Степень кристалличности, %	С <sub>общ</sub> · 10 <sup>-19</sup> , спин/г	Пик I		Пик II (узкий)	
					g	С <sub>I</sub> · 10 <sup>-16</sup> , спин/г	g	С <sub>II</sub> · 10 <sup>-15</sup> , спин/г
<i>Желчные камни</i>								
Ж1	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O — десмостерол	55	46	1,91	4,18897	25,00	2,00427	4,48
	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub> O — холестерин	45						
Ж2	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O	55	46	11,85	5,61454	69,00	2,00418	36,20
	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub> O	45						
Ж3	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O	55	46	2,63	—	—	2,00430	9,97
	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub> O	45						
Ж4	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O	55	46	1,98	4,26068	11,50	2,00412	68,50
	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub> O	45						
Ж5	C <sub>27</sub> H <sub>44</sub> O	55	46	0,55	—	—	2,00396	15,78
	C <sub>27</sub> H <sub>46</sub> O	45						

Примечание. Введены следующие обозначения: У — ураты; Ф — фосфаты; О — оксалаты; Ж — желчные камни.

**Рис. 1.** Спектры ЭСР образца Ж5 до отжига 1 и после отжига 2 при температуре 700 °С



Абсолютное большинство процессов, протекающих в живых организмах, имеет радикальный характер. Все ферментативные процессы строго локализованы в клетках и вследствие осмотических свойств их пространственно ограничивающих мембран, а также разделяющей их водной среды (бозоны), процессы не смешиваются ни при каких условиях. Другими словами, радикалы (фермионы) различных клеток не могут преодолеть среду бозонов.

При появлении свободных радикалов в межклеточном пространстве организм мобилизует резервы для их удаления. Пути их появления в среде бозонов могут быть различными. Это и соли жесткости, содержащиеся в потребляемой воде, которые диссоциируют на радикалы и отторгаются средой в пространство клеток, и ферментативный процесс в клетках, который в результате появления «чужих» радикалов неконтролируемо изменяет протекание химических реакций (таким образом, возникает абсцесс, болезнь и распад клеток).

Если резервов организма достаточно, то результат этих негативных процессов выводится из организма в виде продуктов его жизнедеятельности. Если резервов недостаточно, то образуются патогенные органоминеральные агрегаты, а в более серьезных случаях — лавинообразный рост радикалов в тканях организма (рак).

Попытаемся схематически представить, как это происходит. Для этого будем опираться на следующие положения [20].

Физическая, химическая и любая другая связь между атомами (или атомными ансамблями) возникает тогда и только тогда, когда перекрываются спин-орбитали этих атомов и пространство заселено одним единственным электроном, направление спина которого соответствует знаку волновых функций перекрытых спин-орбиталей. Ни при каких других случаях связь не образуется.

Частицы (атомы, молекулы), в которых отсутствуют неспаренные электроны, называют бозонами, частицы с неспаренными электронами (одним или большим числом) — фермионами. И тот и другой тип частиц объединяются в ячейках фазового пространства.

В ячейке фазового пространства бозоны и фермионы несовместимы, что представляет закон статистической квантовой физики. Ячейка может заполняться любым числом бозонов с любыми наборами квантовых чисел, но в ней

не может содержаться ни одного фермиона. Только один фермион может заселить ячейку фазового пространства, а если ее заселяет большее число фермионов, то все они должны иметь различные наборы квантовых чисел. Ни одного бозона в такой ячейке нет, а если он образуется в результате рекомбинации радикалов, то он немедленно формирует свою ячейку фазового пространства или выводится (отторгается) из «фермионной» ячейки.

Независимо от элементного состава все свободные радикалы являются фермионами, а частицы с замкнутыми спин-орбиталями — бозонами. Отметим, что четность числа спинов в атомах еще не решает вопрос принадлежности частиц тому или иному сорту. Правила Гунда дают возможность внести ясность в этот вопрос, ответ на который четко определен таблицей электронных конфигураций элементов.

Необходимо учитывать, что спин-орбиталь существует только тогда, когда имеется электрон или электронная пара. Если электрона нет, то нет и спин-орбитали.

Возникает вопрос: что происходит в организме при появлении избыточного числа радикальных центров, т. е. центров с неконтролируемой активностью — фермионов? Фермионы должны быть либо выведены из организма (например, в процессе метаболизма), либо локализованы в некоторой его пространственной точке так, чтобы его активность была «потушена» (например, путем «заключения» радикала в непроницаемый «мешок» из нейтральных молекул — бозонов).

Первый случай требует, чтобы организм анализировал чужеродный фермион, генерировал фермион для рекомбинации чужеродного, а затем уже в виде рекомбината двух фермионов с различным набором квантовых чисел — нового неактивного бозона — вывел соединение из организма, проведя его по сложной и длинной системе метаболических каналов. Этот случай требует специфичности поведения организма, и конечно, поведения не всегда осуществимого.

Второй случай более универсален. Он требует от организма лишь генерации бозонов, из которых может быть «сшит мешок» для фермиона. В такой «мешок» может быть заключен любой фермион, что не требует слишком большой специфичности. Кроме того, при этом организму не обязательно использовать пути метаболизма, а «навечно заключить» фермион в любом месте организма, в котором отсутствуют интенсивные потоки среды.

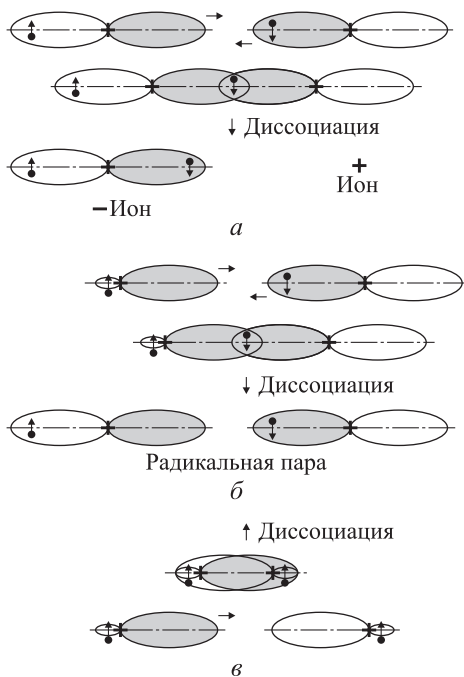
Если процесс появления чужеродных радикалов (фермионов) участится, то масса материала «мешка» может стать очень большой, и в организме начнутся негативные макропроцессы. Такие процессы связаны с возникновением уже не молекулярных ассоциатов, а камней, бляшек (образований), закупоривающих кровеносные или другие транспортные капилляры (артерии) и др. Отметим, что масса активного фермиона невелика и к закупоркам приводить не может. Его удаление из организма — дискуссионная проблема. Однако «бозонный» материал камней, холестерина и других возможно менее известных веществ, генерируемых организмом для осуществления изоляции неконтролируемого фермиона, весьма массивен и может быть удален из организма только оперативным путем.



Возможны следующие сценарии поведения фермионов и молекул организма.

Встреча двух частиц с открытыми спин-орбиталями (фермионов с различными наборами квантовых чисел) может привести к рекомбинации с образованием непарамагнитного агрегата (бозона). При этом соблюдаются все условия образования ионной и ковалентной связей (рис. 2). Такой агрегат будет выведен из организма в виде продуктов жизнедеятельности. Для случая, приведенного в виде схемы на рис. 2, б, возможно продолжение формирования агрегата. В схеме, представленной на рис. 2, в, формируется достаточно устойчивое образование, которое может транспортироваться в организме не в виде камней, а в виде переносимых механизмов организмов продуктов метаболизма.

**Рис. 2.** Схемы ионной (гетеролитической) (а) и ковалентной (гомолитической) (б, в) связей: одна часть р-орбитали — белого цвета, другая — серого, что свидетельствует о разных знаках волновой функции (белый цвет соответствует области нахождения электрона  $\bar{e}$  с  $m_s = +1/2$ ; серый —  $m_s = -1/2$ ); стрелка, направленная вверх, обозначает электрон  $\bar{e}$  с  $m_s = +1/2$ , стрелка, направленная вниз, — с  $m_s = -1/2$ ; орбиталь в виде неправильной восьмерки является гибридной

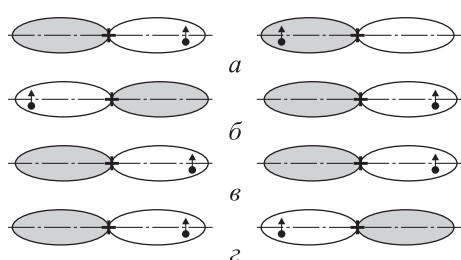


Если возникают условия для разрыва связи, то образуется радикальная пара (см. рис. 2, б), что будет способствовать формированию более крупных агрегатов. Такой сценарий организмом не может быть допущен. Возникающие в результате разрыва или укрупнения фермионы могут быть локализованы в процессе деактивации только путем заключения их в «мешок» бозонов, которые организм генерирует со всей возможной скоростью, чтобы воспрепятствовать реакционному поведению активных фермионов. Тогда радикал (фермион) локализуется (деактивируется) непосредственно около места его появления, и возникают ассоциативные комбинации более крупных размеров: камни — одно из таких проявлений.

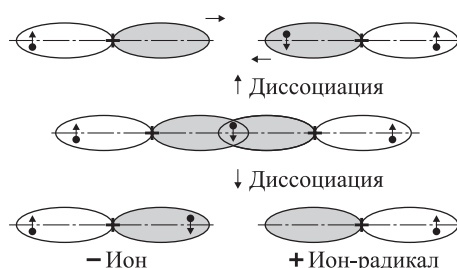
При отсутствии рекомбинации вследствие стерических затруднений (близкий подход друг к другу будет пространственно затруднен) или невыполнения условий образования связи (рис. 3) механизм поведения организма аналогичен

предыдущему механизму. При этом возможно образование бирадикала, стабилизация которого обеспечивается запретом триплет-синглетного перехода, что увеличивает время жизни подобного типа систем (рис. 3, б), и его локализация, т. е. заключение в «мешок», необходимая реакция организма.

Встреча двух частиц, у одной из которых спин-орбиталь замкнутая, а у второй открытая, может привести к образованию ион-радикала (рис. 4). Вокруг такого агрегата под действием сил обменного взаимодействия возможно формирование ассоциата как зарядового, так и спинового типов.



**Рис. 3.** Схемы, иллюстрирующие случаи, в которых образование связи не происходит



**Рис. 4.** Схема смешанной связи — переход между ионной и ковалентной связями

Если исходить из принципов «валентных индексов» (Коулсон), то размер ассоциата будет определяться числом молекул с замкнутыми спин-орбиталями, для которых сумма индексов свободной валентности атомов, взаимодействующих с радикалом, равна единице. Это соответствует принципу насыщения (механизм аналогичен механизму образования ассоциатов в нефтяных дисперсных системах [17]). В рассматриваемом случае образуется крупный агрегат — патогенный органоминеральный агрегат, выведение которого из организма связано с определенными трудностями.

Согласно законам статистической квантовой физики, при преобладании зарядовых свойств, ассоциат по свойствам будет ближе к бозонам. Выведение из организма такого ассоциата до конечных участков метаболических каналов должно быть более легким. Однако у выхода, связанного со сменой условий существования ассоциата, организм может начинать генерировать «материал мешка», т. е. большое число бозонов, что указывает на формирование камней.

Если преобладают спиновые свойства, то локализация ион-радикала материалом бозонов организма может наступить в метаболических каналах, которые будут постепенно лишаться проходимости за счет уменьшения их сечения. Закупорки сосудов — прямое следствие таких процессов.

Отметим, что генерирование радикалов (фермионов) организмом — маловероятное явление. Для него энергетически выгоднее генерировать бозоны, т. е. молекулы с замкнутыми спин-орбиталями, которые относительно устойчивы к атакам «чужеродного» или «случайно возникшего» радикала (фермиона). Сгенерированные им бозоны, «прячущие» фермионы, представляют собой относительно инертные молекулы защитного механизма живого организма.

**Заключение.** Квантово-механические явления с участием электронных спинов (отдельно подчеркнем не зарядов, а спинов) не являются в живых организмах чем-то необычным. Взаимодействие в ячейках фазового (и реального) пространства молекул с полностью спиново-компенсированной структурой и молекул, содержащих неспаренный электрон (бозоны и фермионы), играет главную роль в организации коллоидных систем живых организмов, а зарядовые взаимодействия в большинстве случаев настолько компенсированы, что не могут играть существенной роли.

Если быть более строгим в обосновании биологических процессов, то необходимо отдать должное определению пути развития связанных с ними наук гениальному Луи Пастеру, который направил вектор их развития в сторону внедрения в организм чужеродных живых существ, определяющих ту или иную патологию. Однако существуют и симбиотические чужеродные организмы, позитивные для организмов-носителей.

Причины внедрения чужеродных организмов — вполне физические. Первопричину любых патологий можно искать в «плохой» работе организмов-носителей, связанной с их питанием, обеспечением энергией и ее атрибутами (кислорода, вредных дыхательных компонентов и т. д.), и только после возникновения реальных результатов «плохой» работы, т. е. «пищи», для ее «поедания» начинают внедряться чужеродные микроорганизмы.

Здесь на первый план выступают главные разрушители структуры организма — неконтролируемые свободные радикалы. Если контроль микробов выполняет процесс, связанный с фагоцитозом, то программу контроля всех типов радикалов никакой организм в принципе не может иметь в генном коде. Однако локализация радикалов — фермионов через генерацию бозонов — более простой и легко осуществимый процесс, что и наблюдается в экспериментальных исследованиях патологий. В качестве рабочей гипотезы можно проверить следующее: раковые, простудные и многие другие процессы, в том числе старение — разные процессы последствий гомолитических процессов образования радикалов и неспособности организмов их вывода метаболическими каналами. Вирусные и микробные внедрения — уже вторичные процессы.

Возможно, именно в «умении» живых организмов генерировать радикалы, способные рекомбинировать (превращать в бозоны) появившиеся в организме чужеродные молекулы с неспаренными электронами, и заключается природа иммунитета — стойкость организмов к заболеваниям, старению, быстрому выздоровлению после эксцессов и т. д.

В настоящей работе показаны новые возможности, которые предоставляют подходы учета поведения чужеродных фермионов в среде бозонов, определяемых методом ЭСР, хотя авторы работы и не настаивают на «неукоснительности» полученных выводов, по крайней мере, для специалистов, использующих «интуитивные» приемы диагностики и поверхностные результаты анализа, полученные физическими методами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голованова О.А. Особенности патогенного кристаллогенезиса в организме человека // Федоровская сессия 2006. Тезисы докладов международной научной конференции. СПб., 2006. С. 67–69.
2. Россеева Е.В., Голованова О.А., Франк-Каменецкая О.В., Зорина М.Л. Экспериментальное и термодинамическое моделирование образования основных минеральных фаз зубных камней // Федоровская сессия 2006. Тезисы докладов международной научной конференции. СПб., 2006. С. 99–101.
3. Нестехиометрия составов и изоморфизм основных минералов почечных камней / В.Ю. Ельников, О.А. Голованова, О.В. Франк-Каменецкая, И.В. Рождественская, М.Л. Зорина, М.А. Кузьмина // Федоровская сессия 2006. Тезисы докладов международной научной конференции. СПб., 2006. С. 129–131.
4. Структурно-текстурные особенности и онтогенетические закономерности формирования мочевых камней / О.А. Голованова, Ю.О. Пунин, А.Р. Изатулина, В.Ю. Ельников, Ю.В. Плоткина // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. 2009. Вып. 1. С. 26–34.
5. Россеева Е.В., Голованова О.А., Франк-Каменецкая О.В. Влияние аминокислот на образование нанокристаллического гидроксилпатита // Физика и химия стекла. Т. 33. № 3. 2007. С. 393–398.
6. Полиенко А.К., Севостьянова О.А., Орлов А.А. Симбиоз живого и косного вещества в уrolитах // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317. № 1. С. 10–15.
7. Поляков В.В., Неймарк А.И., Устинов Г.Г., Петрухно Е.В. Исследование элементного состава различных видов биоминеральных образований в организме человека // Известия Алтайского государственного университета. 2010. № 1-1(65). С. 151–157.
8. Тиктинский О.Л., Александров В.П. Мочекаменная болезнь. СПб.: Питер, 2000. 384 с.
9. Смеловский В.П. Мочекаменная болезнь. Куйбышев: Кн. изд., 1965. 200 с.
10. Гребенщиков Г.С. Мочекаменная болезнь (этиология и патогенез). Дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1951. 443 с.
11. Колтаков И.С., Глики Н.В. Морфология и генез мочевых камней по данным поляризационно-оптического исследования оксалатов кальция // Урология и нефрология. 1965. № 2. С. 3–10.
12. Вайнберг З.С. Камни почек. М.: Медицина, 1971. 200 с.
13. Козлов Ю.П. Свободные радикалы и их роль в нормальных и патологических процессах. М.: МГУ, 1973. 174 с.
14. Свободные радикалы в биологии / под ред. У. Прайор. Т. 1. М.: Мир, 1979. 318 с.
15. Свободные радикалы в биологии / под ред. У. Прайор. Т. 2. М.: Мир, 1979. 328 с.
16. Волков В.Т., Смирнов Г.В., Медведев М.А., Волкова Н.Н. Нанобактерии (перспективы исследований). Томск: Твердыня, 2003. 359 с.
17. Унгер Ф.Г., Андреева Л.Н. Фундаментальные аспекты химии нефти. Природа смол и асфальтенов. Новосибирск: Наука, 1995. 192 с.
18. Наносистемы, дисперсные системы, квантовая механика, спиновая химия / Ф.Г. Унгер, Л.В. Цыро, Л.Н. Андреева, С.Я. Александрова, Д.А. Афанасьев, С.А. Киселев, Ф.Ф. Санников, А.Ф. Унгер, М.Ф. Унгер, А.К. Эфа. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. 264 с.
19. Салихов К.М. 10 лекций по спиновой химии. Казань: Унипресс, 2000. 152 с.

20. Унгер Ф.Г. Квантовая механика и квантовая химия, или введение в спиновую химию: Курс лекций. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. 308 с.

**Унгер Феликс Гергардович** — д-р хим. наук, профессор кафедры физической и коллоидной химии Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ) (Российская Федерация, 634050, Томск, пр-т Ленина, д. 36).

**Цыро Лариса Васильевна** — канд. хим. наук, доцент кафедры физической и коллоидной химии Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ) (Российская Федерация, 634050, Томск, пр-т Ленина, д. 36).

**Пичугина Алина Александровна** — аспирант кафедры физической и коллоидной химии Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ) (Российская Федерация, 634050, Томск, пр-т Ленина, д. 36).

**Афанасьев Дмитрий Александрович** — научный сотрудник, ООО «Научно-исследовательская организация «Сибур-Томскнефтехим» (Российская Федерация, 634037, Томск, Кузовлевский тракт, д. 2, стр. 270).

**Киселев Станислав Андреевич** — ведущий научный сотрудник департамента лабораторных исследований ОАО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа Восточной нефтяной компании (ОАО «ТомскНИПИнефть») (Российская Федерация, 634027, Томск, ул. Мира, д. 72).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Унгер Ф.Г., Цыро Л.В., Пичугина А.А., Афанасьев Д.А., Киселев С.А. Электронный спиновый резонанс и рентгенофазовый анализ биоминералов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2016. № 4. С. 107–122.

DOI: 10.18698/1812-3368-2016-4-107-122

## ELECTRON SPIN RESONANCE AND X-RAY ANALYSIS OF BIOMINERALS

F.G. Unger<sup>1</sup>

felix.unger@yandex.ru

L.V. Tsyro<sup>1</sup>

tsyro@xf.tsu.ru

A.A. Pichugina<sup>1</sup>

alina.com9@mail.ru

D.A. Afanasiev<sup>2</sup>

a.dmitri.86@gmail.com

S.A. Kiselev<sup>3</sup>

nipineft@nipineft.tomsk.ru

<sup>1</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Research Organization Sibur-Tomskneftekhim, Tomsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Tomsk Oil and Gas Research and Design Institute, Tomsk, Russian Federation

---

### Abstract

Relevance of the work due to the fact that many of the processes in living organisms, including pathological character, have electron-spin nature, which is confirmed experimentally. Molecular form that contains an unpaired electron, is a special education who are behaving in a living organism specific. Given that enzymatic reactions, which are reactions involving molecules with unpaired electrons, are isolated in the cell,

### Keywords

*Spin phenomena, bosons, fermions, chemical bond, biominerals*

then hit them alien free radical dramatically alters the natural course of the process. So it makes sense to study the immunity and pathology of organisms by electron spin resonance. The main aim of the study: explanation of some aspects of the nature of immunity, pathologies, including biominerals. The methods used in the study: X-ray diffraction, electron spin resonance. The results: the attempt to describe some details in mechanism of biominerals formation was made. Suggested that both cancerous and colds, and many other processes, including aging related. These processes are the consequences of homolytic decomposition reactions of bosons with the emergence of various radicals (fermions) and their inability to output metabolic pathways

## REFERENCES

- [1] Golovanova O.A. Features crystallogenesis pathogenic in humans. *Fedorovskaya sessiya 2006. Tez. dokl. mezhdunar. nauch. konf.* [Fedorov Session 2006. Volume of abstracts of the International Scientific Conference]. Russia, St. Petersburg, 2006, pp. 67–69 (in Russ.).
- [2] Rosseeva E.V., Golovanova O.A., Frank-Kamenetskaya O.V., Zorina M.L. Experimental and thermodynamic modeling of the formation of major mineral phases of dental stones. *Fedorovskaya sessiya 2006. Tez. dokl. mezhdunar. nauch. konf.* [Fedorov Session 2006. Volume of abstracts of the International Scientific Conference]. Russia, St. Petersburg, 2006, pp. 99–101 (in Russ.).
- [3] Elnikov V.Yu., Golovanova O.A., Frank-Kamenetskaya O.V., Rozhdestvenskaya I.V., Zorina M.L., Kuzmina M.A. The non-stoichiometry compositions and the basic isomorphism of minerals of kidney stones. *Fedorovskaya sessiya 2006. Tez. dokl. mezhdunar. nauch. konf.* [Fedorov Session 2006. Volume of abstracts of the International Scientific Conference]. Russia, St. Petersburg, 2006, pp. 129–131 (in Russ.).
- [4] Golovanova O.A., Punin Yu.O., Izatulina A.R., Yelnikov V.Yu., Plotkina Yu.V. Structural — textural features and ontogenetic regularities of renal stone formation. *Vestnik St. Peterburg. Univ.* [Bull. of the St. Petersburg University], 2009, Ser. 7. Geology. Geography, iss. 1, pp. 26–34 (in Russ.).
- [5] Rosseeva E.V., Golovanova O.A., Frank-Kamenetskaya O.V. The influence of amino acids on the formation of nanocrystalline hydroxyapatite. *Class Physics and Chemistry*, 2007, vol. 33, no. 3, pp. 283–286.
- [6] Polienko A.K., Sevostyanova O.A., Orlov A.A. Symbiosis of living and stagnant substances in uroliths. *Izv. Tomskogo politekh. univ.* [Bull. of the Tomsk Polytechnic University], 2010, vol. 317, no. 1, pp. 10–15 (in Russ.).
- [7] Polyakov V.V., Neimark A.I., Ustinov G.G., Petruchno E.V. Different kinds of biomineral formations in human organism and investigation of their element composition. *Izv. Altayskogo gos. univer.* [Izvestiya of Altai State University], 2010, no. 1-1(65), pp. 151–157 (in Russ.).
- [8] Tiktinskiy O.L., Aleksandrov V.P. Mochekamennaya bolezn' [Urolithiasis disease]. St. Petersburg, Piter Publ., 2000. 384 p.

- [9] Smelovsky V.P. Mochekamennaya bolezni' [Urolithiasis disease]. Kuibyshev, Kn. izd. Publ., 1965. 200 p.
- [10] Grebenshchikov G.S. Mochekamennaya bolezni' (etiologiya i patogenez). Diss. doct. med. nauk [Urolithiasis (etiology and pathogenesis). Dr. med. sci. diss.]. Leningrad, 1951. 443 p.
- [11] Kolpakov I.S., Glikin N.V. Morphology and genesis of urinary stones according to the polarization-optical studies of calcium oxalate. *Urologiya i nefrologiya* [Urology and Nephrology], 1965, no. 2, pp. 3–10 (in Russ.).
- [12] Weinberg Z.S. Kamni pochek [Kidney stones]. Moscow, Meditsina Publ., 1971. 200 p.
- [13] Kozlov Yu.A. Svobodnye radicaly i ih rol v normalnyh i patologicheskikh processah [Free radicals and their role in normal and pathological processes]. Moscow, MGU Publ., 1973. 174 p.
- [14] Free Radicals in biology. Ed. by W. Prayor. Vol. I. N.Y., San Francisco, London, Academic Press, 1976.
- [15] Free Radicals in biology. Ed. by W. Prayor. Vol. II. N.Y., San Francisco, London, Academic Press, 1976.
- [16] Volkov V.T., Smirnov G.V., Medvedev M.A., Volkova N.N. Nanobakterii (perspektivy issledovaniy) [Investigating (research perspectives)]. Tomsk, Tverdunya Publ., 2003. 359 p.
- [17] Unger F.G., Andreeva L.N. Fundamentalnye aspekty khimii nefi. Priroda smol i asfaltenov [Fundamental aspects of the oil chemistry. Nature of the resins and asphaltenes]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1995. 192 p.
- [18] Unger F.G., Tsyro L.V., Andreeva L.N., Aleksandrova S.Ya., Afanasyev D.A., Kiselev S.A., Sannikov F.F., Unger A.F., Unger M.F., Efa A.K. Nanosistemy, dispersnye sistemy, kvantovaya mekhanika, spinovaya khimiya [Nanosystems, disperse systems, quantum mechanics, spin chemistry]. Tomsk, TML-Press Publ., 2010. 264 p.
- [19] Salikhov K.M. 10 lektsiy po spinovoy khimii [10 Lectures on Spin Chemistry]. Kazan, Unipress Publ., 2000. 152 p.
- [20] Unger F.G. Kvantovaya mekhanika i kvantovaya khimiya, ili vvedeniye v spinovuyu khimiyu: Kurs lektsiy [Quantum mechanics and quantum chemistry, or introduction to spin chemistry: A course of lectures]. Tomsk, TML-Press, 2010. 308 p.

**Unger F.G.** — Dr. Sci. (Chem.), Professor of Physical and Colloid Chemistry Department, National Research Tomsk State University (NR TSU) (prospekt Lenina 36, Tomsk, 634050 Russian Federation).

**Tsyro L.V.** — Cand. Sci. (Chem.), Assoc. Professor of Physical and Colloid Chemistry Department, National Research Tomsk State University (NR TSU) (prospekt Lenina 36, Tomsk, 634050 Russian Federation).

**Pichugina A.A.** — post-graduate student of Physical and Colloid Chemistry Department, National Research Tomsk State University (NR TSU) (prospekt Lenina 36, Tomsk, 634050 Russian Federation).

**Afanasyev D.A.** — Scientific Researcher, Research Organization Sibur-Tomskneftekhim (Kuzovlevskiy trakt 2, building 270, Tomsk, 634037 Russian Federation).

**Kiselev S.A.** — Leading Researcher of Laboratory Research Department, Tomsk Oil and Gas Research and Design Institute (TomskNIPIneft) (ul. Mira 72, Tomsk, 634027 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Unger F.G., Tsyro L.V., Pichugina A.A., Afanasiev D.A., Kiselev S.A. Electron Spin Resonance and X-Ray Analysis of Biominerals. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Estestv. Nauki* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Nat. Sci.], 2016, no. 4, pp. 107–122. DOI: 10.18698/1812-3368-2016-4-107-122

---

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана

Подписано в печать 19.07.2016

Формат 70 × 108/16

Усл.-печ. л. 11,00

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана

Тираж 100 экз.