

УДК:541.182644.001.5

Некоторые квантовые представления о макроскопических колебательных характеристиках оксигидратных гелей

Марков Борис Анатольевич

Кафедра Вычислительной математики

ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Сухарев Юрий Иванович

Кафедра химии твердого тела и нанопроцессов,

ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск, Россия

Аннотация. Известно обычное нелинейное уравнение типа «реакция-диффузия»: $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n - (E-U)n \ln n$. Подобное уравнение используется для описания химических процессов в оксигидратных коллоидах и называется уравнением с оператором Лизеганга. Состояние коллоида целиком задаётся функцией фазы как матрицеколлоидной концентрацией. Множитель $\ln n$ не используется, если концентрация матрицеформирующего геля меняется в не очень больших пределах, то есть влияние логарифма мало.

Установлено соответствие между полученным уравнением $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n - (E-U)n \ln n$ и прежним уравнением $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n + L[n]$, то есть оператор Лизеганга определяется так: $L[n] \equiv -(E-U)n \ln n$, как функция динамики фаз геля: знак «+» у оператора соответствует потере энергии у данной фазы геля, а знак «-» - её накоплению. Поэтому запутанность, описываемая уравнением Лизеганга гелевых систем, есть особая квантовая форма корреляций составных систем, не имеющая классического аналога. Она возникает в системе, состоящей из двух и более взаимодействующих подсистем (или взаимодействующих ранее, а затем разделенных), и представляет собой некую суперпозицию макроскопически квантованных состояний. При этом флуктуации отдельных частей взаимосвязаны, но не посредством классических взаимодействий (корреляций), а посредством нелокальных квантовых корреляций.

Ключевые слова: запутанные состояния, эмиссионно волновая двойственность, квантовые корреляции, лагранжевы отображения, оператор Лизеганга, мультиполи, оксигидратные гелевые системы, коллоидные кластеры, самопроизвольный пульсационный поток, диффузный двойной электрический слой, топологический континуум, диссоциативно-диспропорциональный механизм, теория Уитни, геометрия каустик, шумовые состояния.

Some quantum considerations on oscillation characteristics of oxyhydrate gels

Markov Boris A.

Department of Computational Mathematics, South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

Sukharev Yury I.,

Department of Chemistry of Solids and Nanoprocesses, Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

Keywords: entangled states, emission wave duality, quantum correlations, Lagrangian mappings, Liesegang operator multipoles, oxyhydrates gel systems, colloidal clusters, spontaneous pulsation flow, diffuse double electric layer, topological continuum, dissociation-disproportion mechanism, Whitney theory, geometry of caustics, noise states.

Abstract.

An ordinary nonlinear reaction-diffusion equation is known: $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n - (E-U)n \ln n$. Those equations describe chemical processes that occur in oxyhydrate colloid systems and are called equations with Liesegang operator. The state of a colloid is fully set by the function of a phase as a matrix colloid concentration. No multiplier is used unless concentrations of the matrix forming gel change within considerable limits; in other words, if the influence of the logarithm is weak.

A correlation between the equation obtained and the previous equation was discovered, which means that the Liesegang operator is written down: as gel phase function dynamics: + sign in the operator corresponds to energy loss by this gel phase, while - sign - to energy accumulation. This is why entanglement expressed by the equation of Liesegang systems is a special quantum form of correlation between compound systems, which has no classical analog, and forms in a compound system that consists of two or more interacting systems (or those that had interacted and then were separated), and is a superposition of macroscopically quantized states, with fluctuations in individual parts being interrelated through non-local quantum correlations, not through classical interactions (correlations).

Введение

В работах [1,2] сделаны далеко идущие предположения о **КВАНТОВО-КОЛЛОИДНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ВЕЩЕСТВА КАК МАКРОСИСТЕМЫ**: микроскопическая запутанная система переходит в граничную макроскопическую оксигидратную систему, то есть особую квантовую форму составных корреляций, то есть ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ШУМОВЫХ ЗАПУТАННЫХ СОСТОЯНИЯ (*entangled states*) кластерных коллоидных систем. Влияние пульсационного шума или тока самоорганизации в магнитном поле на особенности оптических характеристик оксигидрата иттрия, весьма многозначно, ибо определяет некоторые рамки квантово-макроскопической системы, которые служат ВХОДАМИ и ВЫХОДАМИ микроскопической запутанной системы на границе с макроскопическим квантово коррелированным состоянием. То есть в этих границах идут явления декогеренции на выходе, то есть переход квантовой системы в макроскопическое состояние и обратный процесс рекогеренции, а именно восстановление когеренции (неспаральности) на входе к запутанному состоянию. И эти процессы вероятно - периодические.

Квантовые представления геля

Рассмотрим гель «в целом». Для характеристики геля «в целом» удобно использовать некий параметр, который позволял бы характеризовать гель таким образом. Удобно в качестве такого параметра рассмотреть концентрацию атомов металла в единичном гелевом оксигидратном объеме.

Рассмотрение геля «в целом», далее, будет основываться на однозначной кинетической модели, что позволяет нам для каждого раствора гелевого образца построить свою уникальную «линию развития». Возникает и другой вопрос: почему возможно рассматривать гель «как целое»? Почему процессы в отдельных частях и в отдельных фрагментах этого коллоида ведут себя как единое целое?

В качестве такого фактора, который обеспечит единое поведение коллоида во всем образце, мы полагаем это «квантовые свойства коллоида», а более конкретно – состояние, которое обнаруживается как «квантовая запутанность» процессов в геле. То есть существуют квантовые фрагменты, которые коррелированы между собой, и эти фрагменты (частицы) распределены по всему объему геля. И именно их поведение и обеспечивает корреляцию процессов в геле. Что касается концентрации коллоида, то её изменение является следствием коррелированных процессов, поэтому она функционально зависит от функции корреляции.

Запутанность есть особая квантовая форма корреляций составных систем, не имеющая классического аналога. Она возникает в системе, состоящей из двух и более взаимодействующих подсистем (или взаимодействующих ранее, а затем разделенных), и представляет собой некую суперпозицию макроскопически различных состояний. При этом флуктуации отдельных частей взаимосвязаны, но не посредством классических взаимодействий (корреляций), а посредством нелокальных квантовых корреляций.

Для вывода уравнения корреляционной функции воспользуемся свойствами элементарных частиц. Этим свойством два: во-первых, эти частицы квантовые и, во-вторых, поведение частиц коррелировано. Из этого следует, что нам необходимо построить, исходя из квантовомеханического уравнения Шредингера уравнение для корреляционной функции частиц.

Квантовые частицы подчиняются уравнению Шредингера: $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = \Delta \Psi + (E - U)\Psi$. Попробуем построить корреляцию двух различных функций: $\langle \Psi_1 \Psi_2 \rangle$, где угловые скобки означают усреднение. Для этого сначала удобно получить функцию $\psi = \Psi_1 \Psi_2$. Возьмём уравнения Шредингера для этих функций:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_1 = \Delta \Psi_1 + (E - U)\Psi_1$$

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi_2 = \Delta \Psi_2 + (E - U)\Psi_2$$

Умножим первое из уравнений на функцию Ψ_2 , а второе – на функцию Ψ_1 , и сложим эти уравнения. В результате получим:

$$i\hbar \left(\Psi_2 \frac{\partial}{\partial t} \Psi_1 + \Psi_1 \frac{\partial}{\partial t} \Psi_2 \right) = \Psi_1 \Delta \Psi_2 + \Psi_2 \Delta \Psi_1 + (E - U)\Psi_1 \Psi_2$$

Преобразуем полученное уравнение: $\Psi_2 \frac{\partial}{\partial t} \Psi_1 + \Psi_1 \frac{\partial}{\partial t} \Psi_2 = \frac{\partial}{\partial t} \Psi_1 \Psi_2 \equiv \frac{\partial}{\partial t} \psi$, $\Psi_1 \Delta \Psi_2 + \Psi_2 \Delta \Psi_1 = \Delta \Psi_1 \Psi_2 - (\nabla \Psi_1; \nabla \Psi_2)$. Учитывая преобразования, получаем окончательно для корреляционной функции соотношение: $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = \Delta \psi - (\nabla \Psi_1; \nabla \Psi_2) + (E - U)\psi$.

Заметим, что уравнение содержит слагаемое $-(\nabla \Psi_1; \nabla \Psi_2)$, в котором не удаётся исключить функции Ψ_1 и Ψ_2 из соотношения. Кроме того, это слагаемое – произведение градиентов – имеет сходство с нелинейным членом, определяющим ударные волны.

Таким образом, из уравнения Шредингера получается соотношение для корреляционной функции в виде: $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = \Delta \psi - (\nabla \Psi_1; \nabla \Psi_2) + (E - U)\psi$.

Каким образом мы можем получить связь градиентов двух функций? Этот вопрос остаётся открытым. Мы будем пытаться решить его в более конкретных случаях.

Вернёмся к коллоидам. В коллоидных системах распространены колебательные явления [3-5]. Следовательно, уместно использовать функции наподобие функций в уравнении Шредингера, что задают вероятность нахождения частицы в той или иной точке, отождествляя частицу и волну.

Тогда возникает вопрос: а что есть волна в коллоидном состоянии? По отношению к каким координатам она развивается?

Введём координаты так: будем считать, что в коллоидном веществе можно в той или иной мере выделить отдельные молекулы тех или иных веществ. Это возможно лишь с определённой степенью условности, так как вещества в коллоиде находятся в сложном взаимодействии, в том числе и физическом. Количество этих веществ и будет координатами коллоида. Веществ можно выделить достаточно много. Создадим фазовое пространство, в котором по осям будет откладываться эти гелевые координаты. Текущее состояние геля будет отмечаться точкой в этом фазовом состоянии, а изменение состояния геля в течение времени создаст в фазовом пространстве фазовую кривую существования (жизни) и развития геля.

Зададим координату вдоль кривой. Пусть фазовое пространство самое простое, и в нём присутствуют только две координаты: концентрация атомов металла в мицеллах и количество вещества, готовое вступить в химическую реакцию с данными атомами мицелл. Для характеристики коллоида в таком состоянии достаточно одной координаты, которую мы назовём Φ .

Следовательно, можно задать состояние коллоида с помощью фазы коллоида Φ . Тогда концентрация, токи и прочие величины становятся зависимыми от фазы коллоида, и тогда коллоид, если он предоставлен самому себе, целиком определяется фазой коллоида, подобно тому, как частица в квантовой механике определяется её волновой функцией.

Поэтому для фазы коллоида представляется удобным написать аналог уравнения Шредингера. Различие будет небольшим: вместо постоянной Планка \hbar надо написать обратный коэффициент диффузии, $\frac{1}{D}$, который

мы будем рассматривать как комплексную величину. В результате для фазы получится соотношение:

$$\frac{i}{D} \frac{\partial}{\partial t} \Phi = \Delta \Phi + \frac{1}{D} (E - U) \Phi$$

Фаза коллоида, как следует из всего сказанного выше, должна определяться корреляционной функцией спутанных состояний. И поэтому аналогом должно быть не столько уравнение Шредингера, сколько уравнение Шредингера для корреляционной функции, $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = \Delta \psi - (\vec{\nabla} \psi_1; \vec{\nabla} \psi_2) + \frac{1}{D} (E - U) \psi$. В этом уравнении надо заменить ψ на некоторую фазу коллоида, которая обусловлена взаимодействием разных фаз коллоида, что присутствуют в коллоиде одновременно и коррелированы через квантовые частицы. В результате для фазы Φ мы получим соотношение $i \frac{\partial}{\partial t} \Phi = D \Delta \Phi - D (\vec{\nabla} \Phi_1; \vec{\nabla} \Phi_2) + \frac{1}{D} (E - U) \Phi$.

В этом уравнении остался открытым вопрос, как рассматривать произведение градиентов, соответствующим разным волновым процессам: уравнение содержит соотношение $(\vec{\nabla} \Phi_1; \vec{\nabla} \Phi_2)$, которое, как нам представляется, уместно назвать правилом объединения фаз. Для этого необходимо рассматривать коллоидные фазы и их взаимодействие, чем мы сегодня не располагаем. Сохраняя явление ударной волны [2,6,7] при сложении фаз коллоида, удобно переписать соотношение взаимодействия фаз как $(\vec{\nabla} \Phi_1; \vec{\nabla} \Phi_2) = (\vec{\nabla} \Phi)^2$. В таком случае мы получим нелинейное соотношение в виде: $i \frac{\partial}{\partial t} \Phi = D \Delta \Phi - D (\vec{\nabla} \Phi)^2 + (E - U) \Phi$, считая, что корреляция различных фаз есть автокорреляция. Логика такого рассмотрения состоит в том, что гель есть единое целое и заведомо коррелирован. Заметим также, что коэффициент диффузии вполне может рассматриваться как комплексное число с вещественной и мнимой частью, также, как и коэффициент при разности $(E - U)$. Нам остаётся только подобрать тем или иным способом коэффициенты.

Теперь посмотрим, каковы следствия из предположенного уравнения. Если скоро Φ есть фаза развития геля, то состояние геля должно определяться функцией этой фазы – в простейшем случае, скажем, $n = e^{i\Phi}$. Тогда отсюда $\Phi = -i \frac{1}{\zeta} \ln n$. Подставляя полученное выражение в уравнение автокорреляции геля, получим со-

отношение $\frac{1}{n} \frac{\partial}{\partial t} n = D \frac{\Delta n}{n} - D \frac{(\nabla n)^2}{n^2} + \frac{D}{\zeta} \frac{(\vec{\nabla} n)^2}{n^2} - (E - U) \ln n$. Несложно видеть, что, подобрав коэффициент ζ , мы можем из-

бавиться от нелинейных членов, и получить уравнение для функции состояния геля в виде $\frac{1}{n} \frac{\partial}{\partial t} n = D \frac{\Delta n}{n} - (E - U) \ln n$. Умножая соотношение на n , получаем обычное нелинейное уравнение типа «реакция-

диффузия»: $\frac{\partial}{\partial t} n = D \Delta n - (E - U) n \ln n$.

Заметим, что подобное уравнение мы использовали для описания химических процессов в коллоидных веществах, называя уравнением с оператором Лизеганга, и полагая, что состояние коллоида целиком задаётся функцией фазы – концентрацией. Хотя множитель $\ln n$ не использовался, но мы должны заметить, что если концентрация геля меняется в не очень больших пределах, то влияние логарифма будет мало.

Физический смысл оператора Лизеганга. Из построенного нами уравнения следует и физико-химический смысл оператора Лизеганга. Ранее мы вводили оператор Лизеганга как $L[n]$, менявший знак по достижении некоторого наибольшего значения концентрации с плюса на минус, и по достижении наименьшей концентрации геля в данной точке пространства с минуса на плюс:

$$L[n] = \begin{cases} +\alpha n(x,t) \quad \forall t > t_0, \text{ что } \begin{cases} n(x,t_0) = u_{\min} \\ u_{\min} < n(x,t) < u_{\max} \end{cases} \\ -\alpha n(x,t) \quad \forall t > t_0, \text{ что } \begin{cases} n(x,t_0) = u_{\max} \\ u_{\min} < n(x,t) < u_{\max} \end{cases} \end{cases}$$

а уравнение для концентрации имело вид: $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n + L[n]$. Несложно видеть, что такое уравнение является

простейшей линеаризацией уравнения реакция-диффузия, фазовая кривая которого расположена в ограниченной области фазового пространства.

Соответственно, оператор Лизеганга связан с некоторой динамикой молекул геля, однако сложно сказать, что это за динамика: химические реакции, колебания характеристик геля или что-либо ещё.

Устанавливая соответствие между уравнением $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n - (E-U)n \ln n$ и прежним уравнением $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n + L[n]$, приходим к выводу, что оператор Лизеганга определяется так: $L[n] \equiv -(E-U)n \ln n$, то есть это функция динамики фаз геля: знак «+» у оператора соответствует потере энергии у данной фазы геля, а знак «-» - её накоплению.

Какая именно динамика может быть у данной фазы - сказать сложно. Возможно, это накопление потенциальной энергии химической реакции или создание двойного электрического слоя частиц у поверхности раздела фаз. Возможно также, что это некоторый процесс, который мы не знаем.

ВЫВОДЫ

1. Известно обычное нелинейное уравнение типа «реакция-диффузия»: $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n - (E-U)n \ln n$. Подобное

уравнение используется для описания химических процессов в оксигидратных коллоидах и называется уравнением с оператором Лизеганга. Состояние коллоида целиком задаётся функцией фазы как матрицеколлоидной концентрацией. Множитель $\ln n$ не используется, если концентрация матрицеформирующего геля меняется в не очень больших пределах, то есть влияние логарифма мало.

2. Установлено соответствие между полученным уравнением $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n - (E-U)n \ln n$ и прежним уравнением $\frac{\partial}{\partial t} n = D\Delta n + L[n]$, то есть оператор Лизеганга определяется так: $L[n] \equiv -(E-U)n \ln n$, как функция динамики фаз геля: знак «+» у оператора соответствует потере энергии у данной фазы геля, а знак «-» - её накоплению.

3. Поэтому Запутанность, описываемая уравнением Лизеганга гелевых систем, есть особая квантовая форма корреляций составных систем, не имеющая классического аналога. Она возникает в системе, состоящей из двух и более взаимодействующих подсистем (или взаимодействующих ранее, а затем разделенных), и представляет собой некую суперпозицию макроскопически квантованных состояний. При этом флуктуации отдельных частей взаимосвязаны, но не посредством классических взаимодействий (корреляций), а посредством нелокальных квантовых корреляций.

Литература:

1. Сухарев Ю. И. Электромагнитные шумовые запутанные состояния (entangled-states) кластерных коллоидных систем. Бутлеровские сообщения. 2016. Т.45. №1. С.1-41. ROI: jbc-01/16-45-1-1
2. Марков Б. А., Сухарев Ю. И., Апаликова И. Ю. Механизм реализации запутанного состояния в коллоидных системах. Бутлеровские сообщения. 2016. Т.45. №1. С.42-55. ROI: jbc-01/16-45-1-42
3. Шемякин Ф.М., Михалев П.Ф. Физико-химические периодические процессы. - М: Изд. АН СССР, 1938.- 183с.
4. Yuri I. Sucharev. Nonlinearity of Colloid Systems: Oxyhydrate Systems. Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications, (2008). P. 433.
5. Сухарев Ю. И. Шумовые пульсации в оксигидратных системах: монография / Ю.И.Сухарев, Б.А.Марков. Челябинск: Изд-во Челяб.гос.ун-та, 2012.160с.(Классический университет).
6. Арнольд В.И. Теория катастроф / В.И.Арнольд. М.: Едиториал УРСС, 2004.128с.
7. Сухарев Ю.И., Апаликова И.Ю., и др. Каустики лагранжевых отображений гелевой оксигидратной магнитной жидкости железа. Бутлеровские сообщения. 2012. Т.31. №8. С.101-116. ROI: jbc-01/12-31-8-101