

## «Холодные» многоядерные реакции

Б.У.Родионов

Московский инженерно-физический институт (гос. университет)

115409, Москва, Каширское шоссе, 31, кафедра 7, тел. 323-90-39

Многоядерные реакции вида  $a + b + c + \dots \rightarrow A + B + C + \dots$  могут протекать как своеобразные фазовые переходы в квантовых атомно-ядерных ансамблях при различных (в том числе – нормальных) условиях. В качестве примера рассмотрены многоядерные реакции в биологии - внутри живой клетки.

### 1. Дальнодействие в квантовой механике

В «зрелой» квантовой механике второй половины XX века, созданной трудами Фейнмана, Фоккера, Уиллера, Фока, Блохинцева, (см., например, [1,2]), в отличие от самых ранних, и потому неизбежно полуклассических версий (вроде волновой механики де Бройля - Шрёдингера), предусматривается дальнедействующий характер взаимодействий всех частиц. Это означает, что любая частица в любой момент времени взаимодействует со всеми другими частицами и, следовательно, справедлив принцип Маха, в соответствие с которым свойства каждой частицы определяются свойствами всех остальных частиц Вселенной. Несомненны логическая стройность и математическое изящество развитых ранее на основе дальнодействия теорий - от закона всемирного тяготения Ньютона до общей теории относительности Эйнштейна и далее - от пятимерных пространств Калуцы – Клейна (объединяющих гравитацию с электромагнетизмом) до геометродинамики Кулакова - Владимирова [2], объединившей все известные виды физических взаимодействий. Все эти теории, как и подобает настоящим – научным – теориям, соответствуют всем известным физикам фактам (ни один факт им не противоречит). Но есть ли прямые экспериментальные указания на дальнодействие в ядерной физике?

Казалось бы, короткодействующий характер ядерных сил, существенных только на расстояниях порядка ферми ( $1\text{ф} = 1\text{фм} = 10^{-13}\text{см}$ ), противоречит идее дальнодействия. Тем не менее дальнедействующий характер взаимодействия ядерноактивных частиц (адронов) и атомных ядер проявляется в широком круге

явлений.

Так, сечения радиационного захвата нейтронов ядрами, как это следует из формул Брейта-Вигнера, при низких энергиях нейтронов пропорционально длине волны де Бройля нейтронов и иногда на порядки превосходит геометрическую площадь тяжелого ядра (порядка барн). Например, сечение радиационного захвата теплового нейтрона изотопом ксенон-135 составляет 2,65 миллиона барн, а «расстояние» или «классический радиус захвата», соответствующий этому сечению, около 10 тысяч ферми, то есть в тысячи раз превосходит как радиус ядра (около 8 ф), так и характерное расстояние сильного взаимодействия (~1 ф).

При нейтронографии разнообразных веществ каждый нейтрон взаимодействует сразу с большим числом ядер, находящихся друг от друга уже на атомных расстояниях (~10<sup>-8</sup> см), что в сотни тысяч раз превышает радиус действия ядерных сил. Из-за такого коллективного характера ядерного взаимодействия каждого нейтрона сразу с большим числом ядер – а это возможно только при наличии дальнего действия - отсутствуют потери энергии нейтронами на отдачу, неизбежные при рассеянии на одиночных ядрах (У.Ю.Лэмб).

Аналогичные представления о коллективном взаимодействии частиц со всеми ядрами микрообъема плотного вещества, связанными воедино в квантовый ансамбль частиц, применяют и при объяснении резонансного взаимодействия гамма-квантов с ядрами в эффекте Мёссбауэра. В эффекте Мёссбауэра как испущенный возбужденным ядром гамма-квант, так и гамма-квант, поглощенный другим таким же ядром (находящимся в основном состоянии), не теряют свою энергию на неизбежную с классических позиций, вытекающую из закона сохранения импульса, отдачу ядра. Как известно, энергия отдачи  $T$  ядра с массой  $M$  (в энергетических единицах) с классических позиций должна определяться формулой:  $T = (E^2/2M)$ . При подстановке реальных  $E$  и  $M$  для любых ядер получается недопустимо большая величина  $T$ , при которой энергия перехода поглощающего ядра становится на величину  $2T$  больше энергии гамма-кванта, и резонансное поглощение и рассеяние гамма-квантов ядрами оказывается принципиально невозможным. Многообразные наблюдения такого резонанса на самых разных ядрах означают только одно – в твердых телах и жидкостях атомные ядра не существуют изолированно – сами по себе, а связаны друг с другом в едином квантовом ансамбле, насчитывающем как минимум тысячи одинаковых ядер. В этом случае в формулу для энергии отдачи  $T$  нужно подставлять величину  $M$ , являющуюся массой не одного, а многих тысяч ядер, тогда энергия отдачи становится пренебрежимо малой, а гамма - резонанс - возможным.

Эти факты говорят нам о применимости основанного на дальнодействии понятия квантового ансамбля (Блохинцев, Фок) и вытекающего из дальнодействия многоядерного характера безотдачных взаимодействий. Применимых в равной степени как к сильному (ядерному), так и к электромагнитному взаимодействиям (соответственно для нейтронов и гамма-квантов). Причем, как известно из разнообразных экспериментов с твердыми телами и жидкостями, в которых используется нейтронография или эффект Мёссбауэра, всё сказанное справедливо как для химически связанных атомов, так и для «встроенных» в атомы ядер, в свою очередь «вмороженных» в многоатомные и многоядерные квантовые ансамбли различного состава.

На дальнодействующий характер взаимодействий ядер указывает и до сих пор не признанная большинством научного сообщества возможность «холодных» – при энергиях существенно ниже кулоновского барьера – ядерных реакций. Причем эта возможность теоретиками отвергается отнюдь не принципиально – ни один закон физики при этом не нарушается - а только, как они доказывают, «на расчетной, количественной основе». Да, все известные науке законы сохранения основных величин (энергия, импульс, момент импульса) в «холодных» трансмутациях ядер выполняются, - говорят их противники, - но якобы наблюдаемые во многих экспериментах превращения ядер (до нескольких процентов всех ядер образца) противоречат рассчитанным по ранним версиям квантовой механики (с помощью уравнения Шрёдингера) вероятностям туннелирования ядер сквозь кулоновский барьер. Поэтому представляемые экспериментаторами результаты, - считают сторонники «волновой механики», – плод экспериментальных ошибок или же чистое надувательство.

Но всегда ли, при каких именно условиях интенсивному сильному взаимодействию ядер мешает их кулоновское отталкивание - межъядерный кулоновский барьер? Учитывая концепцию дальнодействия, которую установили всеми признанные нынешние классики квантовой механики, этот же вопрос нужно переформулировать в следующем виде: во всех ли случаях действует причина – и какая именно - которая мешает атомным ядрам квантового ансамбля при безусловном наличии дальнодействия вступить в энергетически выгодные ядерные реакции?

Подчеркнем, что дальнодействие несовместимо с классическими представлениями о расстоянии взаимодействия, например, «точечных» электрических зарядов. Но именно на этих представлениях о расстоянии основан закон Кулона, который гласит, что сила взаимодействия обратно

пропорциональна квадрату расстояния между «точечными» зарядами. Если же в микрообъемах вещества не работает закон Кулона в его классической формулировке, то исчезает и представление о кулоновском барьере, препятствующем, например, энергетически безусловно выгодному слиянию (синтезу) легких ядер. Но тогда исчезает «теоретическая опора» под ногами любителей классики – противников «холодных» ядерных реакций. Рассмотрим этот подход подробнее.

## 2. Что мешает холодному синтезу ядер?

Когда можно прибегать к квазиклассическим по своей сути представлениям о кулоновском потенциале и движущимся в нём частицам? Только тогда, когда расстояние между взаимодействующими частицами (атомными ядрами) существенно больше их дебройлевской длины волны. В пределах длины волны де Бройля  $\lambda = h/p$ , где  $h$  – постоянная Планка,  $p$  – импульс ядра, как хорошо известно из квантовой электродинамики, не выполняются законы сохранения энергии и импульса и любая квазиклассическая модель не работает. Поэтому при низкой энергии частиц можно говорить о наличии классического кулоновского их отталкивания только за пределами этого расстояния, при скоростях частиц (ядер)  $v$ , определяемых из условия  $p = mv \leq h/\lambda$ .

При  $\lambda \geq 10^{-8}$  см (характерное межатомное расстояние)  $v \leq (0,6/A)$  км/с, где  $A$  – массовое число ядра. Легко видеть, что скорости ядер, при которых уже не применимо понятие кулоновского барьера (длины волн де Бройля превышают размеры атомов), соответствуют кинетическим энергиям ядер  $T = (mv^2/2) \leq (4/A)$  миллиэлектронвольт (мэВ) или  $\approx (40/A)$  К. Следовательно, при  $A \geq 10$  (ядра тяжелее неона), казалось бы, можно безбарьерно – на основе принципа дальнего действия – работать только при температурах ниже 4 кельвина.

Однако из квантовой теории мы знаем, что атомы (и ядра) в плотных телах практически неподвижны до температур порядка 100 К, а для многих веществ – и при температурах выше комнатной. В том числе – существенно выше, но обычно ниже температуры Дебая.

Следовательно, весьма распространенное классическое представление о беспорядочном и непрерывном тепловом движении атомов (их колебаниях) в плотных телах неверно, поскольку квантовая теория этих тел уже давно установила, что тепловая энергия в них сосредоточена в газе фононов – упорядоченном коллективном движении атомов, а индивидуальные атомы – соседи большую часть времени в плотном теле практически неподвижны относительно друг-друга. Именно это обстоятельство обеспечивает

безотдачность гамма-переходов ядер и наблюдаемость эффекта Мёссбауэра. Если оно же способствует наблюдаемому протеканию безбарьерных многоядерных реакций в широком классе веществ не только при низких, но даже и при температурах выше 300 К, тогда возникают новые вопросы:

Почему такого рода реакции со времен древних алхимиков не стали общепризнанным фактом? Что, кроме кулоновского барьера, препятствует, например, энергетически выгодному синтезу самых распространенных в природе легких ядер типа  $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O} \rightarrow ^{32}\text{S}$  или  $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C} + ^{12}\text{C} \rightarrow ^{36}\text{Ar}$  (выделяется энергия  $Q$  соответственно около 16 и 30 МэВ)?

Если безбарьерные ядерные реакции идут повсеместно, но по каким – то причинам незаметно, то почему они уже давно не завершились переходом всего многообразия известных нуклидов в самый стабильный нуклид  $^{56}\text{Fe}$ ?

Наш ответ на эти вопросы в рамках квантовой механики с дальнодействием таков: ядерные реакции при низкой энергии исходных частиц не протекают безбарьерно именно тогда, когда они энергетически выгодны.

Кажущаяся парадоксальность этого утверждения – чем больше энергия реакции  $Q$ , тем ниже вероятность безбарьерного перехода – снимается, если учесть, что в квантовой механике с дальнодействием виртуально любые возможные процессы идут всегда и везде (поскольку всё в природе взаимосвязано). Поэтому и вероятность наблюдения любой реакции зависит не только от начального состояния исходных частиц, но и от конечного состояния частиц образующихся. Если и в начальном, и в конечном состоянии к частицам (ядрам) применимы квазиклассические представления, а в начальном состоянии они имеют достаточно высокую, но ниже высоты кулоновского барьера кинетическую энергию  $T$ , то в этом случае действительно - чем выше энергия сталкивающихся частиц, тем выше вероятность преодолеть “мешающий сближению ядер” классический кулоновский барьер. Но в квантовой механике с дальнодействием понятие “близости” условно, и любой барьер – не принципиальная, а чисто вероятностная характеристика возможности наблюдения определенного конечного состояния системы частиц. Если в начальном состоянии системы частиц (ядер) кулоновское взаимодействие для них внутри квантового ансамбля было исходно физически бессодержательным (закон Кулона не выполнялся, поскольку физически бессодержательным было понятие расстояния между частицами), то и в конечном состоянии система должна (пусть временно!) в этом же смысле оставаться сугубо неклассической.

Простейшее условие дальнего действия (неклассичности частиц) в начальном и конечном состоянии может быть выполнено, если энергия  $Q$  ядерной реакции не разрушает квантового ансамбля. Проверим возможность соблюдения этого условия.

Для большинства обычных возможных беспороговых ядерных процессов характерна энергия реакции  $Q$  (и образующихся частиц) порядка мегаэлектронвольт. Пусть характерный размер (диаметр) твердотельного (или жидкого) квантового ансамбля  $D$  см, тогда число атомов (ядер) в нём  $N$  порядка  $10^{-24} D^3$  (для оценок размер атома полагаем  $10^{-8}$  см). Энергия, приходящаяся на одну частицу (атом, ядро) ансамбля  $Q/N$  (в кельвинах)  $\sim (Q [\text{эВ}] 10^{-20} / D^3)$  К. Чтобы квантовый ансамбль не разрушился от первой же ядерной реакции, приобретенная энергия частиц ансамбля должна быть существенно ниже температуры Дебая. Легко видеть, что при температурах Дебая порядка 100 К и  $Q \sim 1$  МэВ  $N \sim 10^8$  и  $D \sim 5 \cdot 10^{-6}$  см, то есть ансамбль должен быть весьма большим в атомных масштабах. Например, в известных жидкостях (и расплавах) характерные размеры многоатомных жестких конструкций (ячеек Бернала и дырок Френкеля), которые могут претендовать на роль квантовых ансамблей, менее 10 атомных расстояний. При  $N \sim 10^3$  энергия неразрушающей ансамбль реакции не может превышать  $\sim 1$  кэВ. Но в твердых телах размеры квантовых ансамблей могут быть гораздо больше - сравнимыми с размерами доменов ( $\sim$  мм). Поэтому только интенсивные ядерные реакции могли бы разрушить такой ансамбль. Поскольку самопроизвольных интенсивных «холодных» ядерных реакций в твердых телах не наблюдают, очевидно, что на них действует какой-то иной запрет. Он может быть связан с необходимостью формирования в объеме квантового ансамбля нового ядра, отсутствовавшего до реакции.

Действительно, из соотношения неопределенности Гейзенберга  $\Delta p \Delta x \sim \hbar$  при  $\Delta x \sim 10^{-12}$  см - характерный минимальный размер области формирования, равный размеру атомного ядра - получаем характерный максимальный импульс сформировавшегося ядра  $p \sim \hbar / \Delta x$  и его максимально возможную кинетическую энергию  $T \sim p^2 / 2m$  (получаем  $T \sim 1$  кэВ для ядер с массовым числом порядка 100). Если ядра формируются в большем объеме (вплоть до размера  $\Delta x \sim D$ , где  $D$  - характерный размер квантового ансамбля), то их импульс и кинетическая энергия в конечном состоянии должны быть существенно меньшими. Таким образом, для протекания подбарьерных «холодных» ядерных реакций необходимо существование квантовых ансамблей, в которых могут формироваться новые ядра с очень малыми кинетическими энергиями. «Холодные» ядерные реакции с большой энергией частиц в конечном состоянии подавлены (порядка кэВ – маловероятны, порядка

МэВ – почти невозможны).

### 3. Энергия “холодного” взаимодействия ядер

Покажем, что условие сохранения целостности квантового ансамбля и формирования в нём новых ядер можно выполнить в многоядерной реакции типа  $a + b + c + \dots \rightarrow A + B + C + \dots$ , когда энергия реакции  $Q = (M_a + M_b + M_c + \dots) - (M_A + M_B + M_C + \dots) = (\Delta_a + \Delta_b + \Delta_c + \dots) - (\Delta_A + \Delta_B + \Delta_C + \dots) \approx 0$ .

Здесь  $M$  с соответствующим нижним индексом масса, а  $\Delta$  – дефект массы исходного ядра или ядра – продукта многоядерной реакции. Если в многоядерной реакции (как и в эффекте Мёссбауэра) потребуются снижение энергии реакции даже до величин порядка средней энергии фоонов (менее 1 эВ), то, в принципе, и это условие может быть выполнено, поскольку при достаточно большом числе ядер в начальном и конечном состояниях любого атомно-ядерного фазового перехода всегда можно подобрать соответствующий минимуму энергии реакции (даже нулю) состав ядер.

Алгоритмы подбора ядер могут быть различными. Например, написав две различные многочастичные реакции с нужными нам наборами ядер до и после реакции (разумеется, с обязательным выполнением законов сохранения электрического и барионного зарядов) типа



и получив для них два значения энергии  $Q_1$  и  $Q_2$  (для определенности пусть обе энергии положительны и  $Q_1 > Q_2$ ), “отнимем” от реакции с  $Q_1$  реакцию с  $Q_2$ , после чего перенесем “отрицательные” частицы (ядра) из одной части реакции в другую, изменив соответственно их “знак”. Получим новую многочастичную реакцию вида  $a_1 + b_1 + c_1 + \dots + A_2 + B_2 + C_2 + \dots \rightarrow A_1 + B_1 + C_1 + \dots + a_2 + b_2 + c_2 + \dots$ , для которой заведомо выполняются законы сохранения электрического и барионного зарядов. Легко видеть, что энергия этой новой реакции  $Q_3 = Q_1 - Q_2$ , то есть меньше, чем  $Q_1$ . Если  $Q_3 > Q_2$ , операцию “вычитания” реакции с  $Q_2$  из новой реакции с  $Q_3$  можно повторить. Операции «вычитания» реакций мы можем применять к различным сочетаниям «новых» и «старых» реакций и можем совершать их многократно.

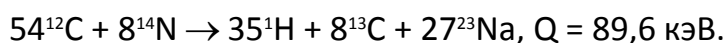
Возможна также простая минимизация  $Q$  новой «составной» реакции путем «умножения» левых и правых частей двух или большего числа разных более простых произвольно выбранных («базовых») исходных реакций на любые целые числа с последующим сложением (вычитанием) левых и правых частей

этих реакций. Во всех случаях «многоядерная арифметика» требует громоздких вычислений. Проиллюстрируем последний алгоритм конкретным примером.

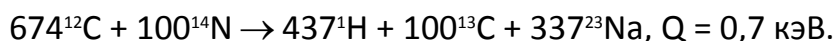
В качестве «базовых» возьмем две реакции пяти стабильных изотопов весьма распространенных (особенно в биологии) элементов:



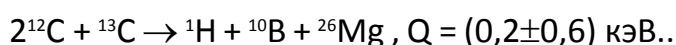
Отношение энергии первой реакции ко второй 0,29673 (большая точность нам пока не требуется). С помощью калькулятора подбираем близкое к найденному отношение целых чисел. Например,  $8 : 27 = 0,29630$ . «Умножаем» первую реакцию (с меньшим Q) на 27, вторую – на 8, и из первого «произведения» «вычитаем» второе, перенося «слагаемые» с «отрицательным» знаком слева направо (и наоборот). После элементарных «арифметических» преобразований получим:



Сравнительно большая энергия этой новой реакции (почти 90 кэВ) вызвана отличием (в четвертом знаке после запятой) «правильного» и выбранного нами отношения энергий «базовых» реакций. Если же вместо выбранного ( $8 : 27$ ) взять отношение больших чисел (например,  $100 : 337$ , последнее число суть округленное обратное «базовое» отношение), мы естественно получим совпадение цифр отношения «базовых» энергий в любом числе знаков (в нашем примере - в пяти знаках). Действуя по нашему алгоритму, автоматически находим новую многоядерную реакцию:



Реакция с непривычки выглядит устрашающе, но она физически реальна (не противоречит ни одному известному науке факту или закону), в ней использованы заранее заданные (произвольные) изотопы, и получена эта реакция практически без всяких интеллектуальных усилий. Более простые случаи «холодных» реакций можно найти искусным подбором небольшого числа различных ядер. Пример «простой» реакции (Д.В.Филиппов):



К сожалению, точность табличных значений дефектов масс не позволяет a priori говорить о строгом равенстве нулю энергии той или иной предполагаемой



многоядерной реакции. Но это и не требуется – достаточно малость  $Q$ . Дело в том, что небольшая положительная энергия реакции  $Q$  порядка кэВ может, например, поглощаться веществом за счет различных коллективных электромагнитных процессов, поскольку для фотона при  $E \leq 1$  кэВ его  $\lambda = (hc/E) \geq 2 \cdot 10^{-8}$  см, то есть превышает межатомное расстояние в твердых или жидких телах, и взаимодействие фотонов такой энергии с веществом исходно имеет заведомо коллективный, многочастичный характер. С другой стороны, при отрицательных значениях энергии реакции  $Q$  необходимую недостающую энергию ядра могут черпать из коллективных электромагнитных (например, химических) процессов самого вещества.

Для многих нестационарных процессов в плотном веществе (дробление твердых тел, разбрызгивание жидкостей, кавитация), как мы показали ранее [3,4], возникают возможности создания больших напряжений в микроскопических вакуумных пузырях (трещинах) и ускорения в них электронов и ионов даже до энергий порядка МэВ. Например, по мере расширения пузыря в жидкости (микротрещины в твердом теле) от начального размера  $d$  до конечного  $D$  возможно увеличение разности потенциалов между противоположными стенками пузыря  $U$  порядка  $D/d$ . При начальном  $U \sim 1$  В, межатомном расстоянии  $d \sim 10^{-8}$  см и диаметре пузыря  $D \sim 10^{-4}$  см получаем разность потенциалов порядка 10 кВ. Из-за возможных электрических пробоев между разноименно заряженными стенками соседних пузырей (микротрещин) возможно умножение потенциала на цепочке из  $N$  последовательно расположенных пузырей до величины порядка  $NU$ . При  $N \sim 100$  в вакуумном канале (длиной  $ND \sim 10^{-2}$  см = 100 мкм), образовавшемся после пробоев жидкости между пузырями (в микротрещине), при напряжении порядка мегавольта ионы могут ускоряться и преодолевать даже кулоновский барьер той или иной ядерной реакции. Сообщение же добавочной небольшой электромагнитной энергии квантовому ансамблю, изменяющему свои собственные характеристики и характеристики входящих в его состав и взаимодействующих с ним ядер, не требует гигантских полей. В любом случае электромагнитные взаимодействия (в том числе – импульсные) могут существенно влиять как на энергетический баланс реакции, так и на свойства исходного квантового ансамбля (например, на его характерный размер) и, следовательно, - на саму возможность протекания ядерных реакций. Таким образом, как и при эффекте Мёссбауэра, «холодные» многоядерные реакции должны быть чувствительны к физико-химическому состоянию вещества. Например, к величине приложенного магнитного поля (из-за взаимодействия с ним сначала атомно-молекулярных, а потом – через их посредничество - и ядерных магнитных диполей).

#### 4. Управляемые трансмутации ядер в биологии

Поскольку живые организмы не могут развиваться без определенных изотопов некоторых элементов, причем разных на каждом этапе онтогенеза [5], трудно представить развитие жизни (особенно в явно абиогенных условиях) без способности живых клеток (микроорганизмов) не только извлекать из окружающей среды имеющиеся там изотопы, но и производить их. Даже если бы живое вещество изначально бы не обладало способностью к ядерным трансмутациям, оно должно было бы неизбежно выработать эту способность в процессе своей эволюции.

Современные тщательно выполненные различными авторами и в различных лабораториях опыты, по-видимому, подтверждают удивительную способность живого осуществлять управляемую трансмутацию атомных ядер [5]. Живая клетка работает как миниатюрный ядерный реактор!

Для объяснения этой способности сначала рассмотрим физику возможного производства ценных для клетки изотопов по рассмотренному выше механизму ускорения зарядов в импульсных электрических полях. То, что такие поля могут существовать в живых организмах, подтверждает способность некоторых животных (например, электрических скатов) поражать свою добычу импульсами высокого напряжения.

Напряжение  $U$  для зарядки цепочки из  $N$  микроемкостей  $C$  может плавно возрастать по мере расширения заполненных водой микропузырей цитоплазмы, соединенных друг с другом (как бусины) общей белковой микротрубочкой. Чтобы разрядами не разрушать клетку, коммутация заряженных микроемкостей  $C$  может осуществляться за счет туннелирования электронов вдоль той же белковой микротрубочки. Если диаметр микропузыря  $D \sim 10^{-4}$  см с емкостью  $C$  сравним с расстоянием между пузырьками, то на этом расстоянии вдоль микротрубочки возможна коммутация путем туннелирование электронов при напряжении между соседними микроемкостями при напряжении  $U \sim 10$  кВ. При последовательном соединении  $N$  элементов суммарная емкость цепочки ( $C/N$ ) должна быть существенно больше концевой паразитной емкости  $C_0 \sim \epsilon D \sim 10^{-16}$  Ф ( $\epsilon \approx 2$  – диэлектрическая проницаемость цитоплазмы вне пузыря) – только тогда напряжение на выходе цепочки будет  $\sim NU$ . При  $N \sim 100$  необходима величина  $C \sim 100C_0 \sim 10^{-14}$  Ф, что реализуется при слоистой структуре емкости  $C$  (оценки показывают, что в заполненном водой пузыре с  $\epsilon \approx 80$  достаточно 5 слоев плоских раздвижных электродов). Таким образом, проблема ускорения зарядов в клетке может быть принципиально решена. При разности потенциалов концов цепочки порядка 1 МВ на них

должен находиться заряд  $Q = UC \sim 10^{-10}$  Кл при электрической энергии всей цепочки  $(QNU/2) \sim 5 \cdot 10^{-5}$  Дж  $\approx 3 \cdot 10^8$  МэВ. Это энергия примерно  $10^8$  ядерных реакций, которая также достаточна для разрушения (ионизации) порядка  $10^{13}$  молекул. Объем живой клетки диаметром около 10 мкм равен примерно  $10^{-9}$  см, масса составляет около  $10^{-9}$  г, а количество белковых молекул в клетке (даже при минимальной молекулярной массе порядка  $10^4$ ) около  $10^{11}$ . Следовательно, все белковые молекулы клетки могут быть разрушены за один импульс “клеточного ускорителя” (экспозиционная доза в клетке порядка  $5 \cdot 10^7$  Гр). Очевидно, что обычный радиационно-ускорительный способ наработки изотопов в живой клетке, хотя и принципиально возможен, но явился бы для клетки самоубийственным в своем квазитехническом (ускорительном) исполнении. Разрушения клетки в зоне её ядерной мишени, по-видимому, не было бы, если бы клетки использовали безбарьерные и практически беспороговые многоядерные реакции (управляемые фотоядерные реакции с очень низким порогом). В случае таких эндотермических реакций ( $Q \leq 0$ ) энергия клеточного ускорителя нужна только для сравнительно небольшой электромагнитной подпитки сложной многоядерной клеточной мишени (квантового ансамбля) для протекания в нем своеобразных почти беспороговых фотоядерных реакций. При этом можно существенно снизить рабочее напряжение и соответственно – энергию “клеточного ускорителя”. Если к тому же цепочку емкостей свернуть в кольцо (или в спираль, а спираль - в тор, в квазисферическую глобулу), то сосредоточение всей электромагнитной энергии цепочки на замыкающем её микроскопическом звене - резонаторе может привести к кажущемуся, на первый взгляд, парадоксальным, эффекту охлаждению этого звена из-за интенсивных низкопороговых фотоядерных реакций в квантовом ансамбле мишени. Поглощение атомными ядрами виртуальных фотонов из зоны генерации электрического поля может привести к диссипации его энергии и предотвратит развитие разрушающих клетку пучковых пробоев, а энергия поля перейдет непосредственно в ядерную энергию беспучкового образования существенно большего, чем  $10^8$ , ядер изотопов, многие из которых ранее не содержались в клеточном веществе, но были необходимы для развития клетки.

## **5. Заключение**

В данной работе на современной научной основе – с использованием концепции дальнего действия - объяснены некоторые известные эффекты, не имевшие ранее четкой интерпретации и потому по-разному трактовавшиеся на полуклассических, внутренне противоречивых моделях (таков, например, широкоизвестный эффект Мёссбауэра).

Рассмотрена и обоснована не учитываемая ранее возможность многочастичных (многоядерных) превращений в квантовых ансамблях. Эта возможность на основе квантовомеханического дальнего действия принципиально объясняет “холодные” превращения (трансмутации) атомных ядер, со времен средневековых алхимиков наблюдаемых в самых разнообразных условиях, включая живые биологические организмы (клетки).

Многоядерные реакции принципиально объясняют также кажущуюся фантастической возможность “мгновенного” появления в различных средах сравнительно крупных и тяжелых объектов – например, тяжелых гипотетических частиц вроде магнитных монополей Полякова-Т’Хофта или эрзионов Бажутова (ссылки в [4]). Возможно, что именно в результате холодных многоядерных реакций в веществе появляются также подвижные (“живые”) ядерно-, электромагнитно- (био- и химически-) активные трассеры – наблюдаемые в экспериментах микрообъекты сложной формы, со способностью кардинально преобразовывать вещество на своем пути [6]. Энергии многоядерных реакций при условии самоорганизации материи вполне достаточно для возникновения таких необычных микрообъектов.

Целенаправленные цитологические исследования, по мнению автора, могут вскрыть не только детали наработки новых изотопов внутри обычных живых клеток с помощью “клеточных ускорителей” (цитоускорителей), но и позволят обнаружить новые физические эффекты. – такие, как ядерное охлаждение микрообъемов вещества со сверхсильными электромагнитными полями путем изменения состава атомных ядер в этом объеме за счет холодных многоядерных реакций.

Ядерная активность в сложных биологических и, конечно же, в минералогических объектах (а не только их естественная радиоактивность) обсуждается с момента открытия атомных ядер, то есть с начала XX века (В.И.Вернадский и другие). Однако авторитетные физики старшего поколения, воспитанные на ранних версиях родившейся тогда же квантовой механики (версии Де Бройля – Шрёдингера - Гейзенберга) с «неизбежным» кулоновским барьером порядка МэВ между всякими двумя ядрами и не знакомые с более поздними версиями квантовой механики с дальним действием, считают невероятными «холодный» ядерный синтез и вытекающие из него трансмутации ядер. Поэтому интересные экспериментальные результаты и теоретические модели с большими прикладными возможностями до сих пор остаются в тени «большой науки».

## Список литературы

1. Р. Фейнман Нобелевская лекция «Разработка квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте». Сб. «Характер физических законов», М:Мир, 1968, с. 193-231.
2. Ю.С. Владимиров Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Часть 1. Теория систем отношений. Изд. Московского университета, 1996, 264 с. Часть 2. Теория физических взаимодействий. Изд. Московского университета, 1998, 448 с.
3. Б.У. Родионов Ускорение ионов и ядерные реакции в кавитирующих жидкостях., 3-я Всероссийская конф. «Физика элемент. частиц и атомного ядра», Научн. сессия МИФИ-2002. М: МИФИ, 2002, с. 125-127.
4. Б.У. Родионов Гипотетические продуценты холодных ядерных трансмутаций в иерархии элементарных частиц, Материалы 9-й Росс.конф. по холодной трансмутации ядер хим. элементов. Дагомыс - Сочи. 2001, М. 2002. с.150-154.
5. В.И. Высоцкий, А.А .Корнилова Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах .М.: Мир, 2003, 304 с.
6. А.В.Нестерович, Б.У.Родионов, И.Б.Савватимова Формирование треков при холодных трансмутациях атомных ядер. Материалы 8-й Росс.конф. по хол. трансм. ядер хим. элементов. Дагомыс - Сочи. 2000. Б.У.Родионов Материя всеединства. Дельфис № 3, 2001. С. 54-63.