

**ТЕОРИЯ ПОЛЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

УДК: 539.17; 621.039.

Олейник\* В. П., Арепьев\*\* Ю. Д.

**К ТЕОРИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ:  
ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ РЕАКЦИЙ**

\*Department of General and Theoretical Physics,  
National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute»,  
Prospect Pobedy 37, Kiev, 03056, Ukraine

\*\*Institute of Semiconductor Physics, National Academy of Sciences,  
Prospect Nauky 45, Kiev, 03028, Ukraine; e-mail: yuri@arepjev.relc.com  
<http://temporology.bio.msu.ru/OLEINIK/oleinik.htm>.

Рассмотрен физический механизм ядерных реакций при низких энергиях, обусловленный пространственной протяженностью электрона. Ядерные реакции указанного типа представляют собой внутриэлектронные процессы, точнее, процессы, происходящие внутри области основной локализации частицы. Характер этих процессов определяется взаимодействием собственного поля, порождаемого электрически заряженной материей электрона, со свободными ядрами. Тяжелое ядро, оказавшись внутри области основной локализации электрона, неизбежно деформируется из-за взаимодействия протонов с прилегающими слоями электронного облака, что может вызвать деление ядра. Если же «внутри» электрона появляется два или большее число легких ядер, то возникает сила притяжения между ядрами, которая может привести к реакции синтеза. Внутриэлектронный механизм ядерных реакций имеет универсальный характер. Для его осуществления нужно иметь лишь достаточно интенсивный поток свободных электронов, т. е. электрический ток, и достаточное число свободных ядер. Этот механизм может проявиться лишь при малых энергиях поступательного движения центров масс ядер и электрона. Отмечается, что из-за существования простого механизма ядерных реакций при низких энергиях ядерный реактор оказывается атомной бомбой замедленного действия, которая может взорваться в силу случайных причин, как это, по-видимому, произошло в Чернобыле. Использование холодных ядерных реакций способно решить энергетическую проблему, обеспечив человечество дешевыми, практически неисчерпаемыми и экологически чистыми источниками энергии.

*Ключевые слова:* холодный синтез, ядерные реакции, электрон, квантовая электродинамика, внутриэлектронный механизм ядерных реакций.

Скажи мне, что такое электрон,  
и я объясню тебе все остальное.

В. Томсон

**1. Введение**

Ядерные реакции при низких энергиях, происходящие в физических и биологических системах, и, в частности, холодный синтез (ХС) ядер, привлекают к себе все большее внимание (см. обзоры [1,2]). Это объясняется тем, что исследования по ХС (далее под холодным синтезом будем понимать любые ядерные реакции при низких энергиях) открывают путь к решению задачи, которая более 50 лет назад была поставлена перед исследователями в области управляемого термоядерного синтеза (УТС) и которая до сих пор не решена, — обеспечить человечество дешёвым топливом. Важно то обстоятельство, что ХС позволяет создать не только дешёвые, но и экологически чистые источники энергии, поскольку ядерные реакции при низких энергиях не сопровождаются опасными для здоровья человека излучениями ( $\gamma$ -излучениями, потоками быстрых нейтронов и др. частиц). Отметим, что энергетическая проблема, стоящая перед человечеством, приобретает в наше время особую остроту в связи с тем, что по оценкам экспертов запасов нефтегазового углеводородного

сырья в мире хватит лишь на несколько десятилетий. По этой причине изучение ХС не только заслуживает самого пристального внимания, но и относится к числу важнейших задач физики.

Следует отметить, что специалисты в области ядерной физики, занимающиеся УТС, отвергают на основе стандартной теории ядерных реакций, описывающей ядерные процессы в вакууме, саму возможность существования синтеза ядер при низких температурах. Против ХС приводятся два основных возражения:

1. при низких температурах проникаемость кулоновского барьера вокруг ядер столь мала, что вероятность слияния ядер практически равна нулю;
2. различие между масштабами атомной и ядерной энергий столь велико, что энергию, которая могла бы выделяться в результате синтеза ядер, невозможно непосредственно передать атомной решетке; поэтому указанная энергия должна выделяться в виде потоков  $\gamma$ -квантов, быстрых нейтронов и других частиц, однако такие потоки достаточной интенсивности не были зарегистрированы.

Ответ на первое возражение против существования ХС состоит в том, что в основе ХС лежат атомные процессы, происходящие в среде, и основную роль играют здесь, по-видимому, коллективные эффекты, обусловленные взаимодействием ядер с частицами среды, в которой происходит ядерная реакция. Законы, управляющие поведением взаимодействующих между собой ядер в вакууме, неприменимы к описанию холодного синтеза ядер [3]. Ядерные реакции, происходящие при низких энергиях, подчиняются совершенно иным законам, для установления которых необходимо учесть упомянутые выше коллективные эффекты. По этой причине общепринятая теория ядерных реакций никоим образом не может опровергнуть существование ХС.

Что касается невозможности передачи энергии между уровнями различных масштабов, то можно привести явление сонолюминесценции (свечение жидкости при прохождении через нее звуковой волны, вызывающей кавитацию) [4], в котором передача энергии из акустической волны в электромагнитное поле происходит с заметной вероятностью, несмотря на то, что различие между энергиями акустических фононов и квантов света достигает 11 порядков.

Еще 10 лет назад Ю. Швингер, нобелевский лауреат, известный специалист в области теории элементарных частиц и квантовой электродинамики, утверждал, что невозможно отрицать реальность явления ХС [3,4]. С тех пор явление ХС ядер повторено сотни раз в лабораториях по всему миру, зарегистрированы десятки патентов по способам и устройствам генерации энергии на основе ХС и опубликовано громадное число экспериментальных работ, не только подтверждающих существование эффекта, но и содержащих его детальный анализ.

По-видимому, наиболее убедительные доказательства существования ядерных реакций при низких энергиях предоставляют масс-спектрометрические исследования продуктов реакции [5], а также исследования, проведенные на биологических системах [6]. Детальные исследования электрического взрыва фольги из особо чистых материалов в воде, описанные в [5], не оставляют сомнений в том, что при электрическом разряде происходит трансформация химических элементов. Изучение оптического спектра плазмы, возникающей при разряде, и масс-спектрометрический анализ осадков, оставшихся после разряда, показывают, что в плазме возникает значительное число химических элементов, которых нет в исходном материале взрывающейся фольги и электродов, а также заметно изменяется изотопный состав материала фольги. Изменение условий эксперимента, например, энерговклада в фольгу, массы и размеров фольги, приводит лишь к перераспределению интенсивности спектральных линий плазмы, т. е. к изменению статистического веса химических элементов в плазме, но состав химических элементов остается прежним и существенно зависит от материала фольги. Как видно из полученных результатов, ядерные реакции, происходящие при электрическом разряде, не сопровождаются появлением потока нейтронов и  $\gamma$ -излучения и протекают при низких энергиях ядер атомов.

Упомянутые выше исследования, а также многие другие, выполненные разными исследователями в разных лабораториях, позволяют сделать вывод о том, что существование ядерных реакций при низких энергиях надежно установлено.

Развитие исследований по ХС тормозится отсутствием теории явления. Как отмечал Швингер [3,4], ситуация с ХС близка к той, которая сложилась с высокотемпературной сверхпроводимостью:

реальность последней, в результате тщательных экспериментальных исследований, полностью установлена, хотя теории явления нет до сих пор.

В работе [5] для объяснения трансформации химических элементов выдвигается гипотеза о том, что при электрическом взрыве фольги в плазменном канале образуются магнитные монополи, которые даже при незначительной кинетической энергии могут преодолевать кулоновский барьер за счет большой величины своего магнитного заряда. Монополь, оказавшийся вблизи ядра, вызывает его поляризацию: нуклоны ядра, находящиеся поближе к монополю, испытывают более сильное воздействие со стороны последнего, чем нуклоны, находящиеся на противоположной стороне ядра. В результате происходит деформация ядра (ядро вытягивается), которая может привести к делению ядра.

Очевидным недостатком указанного выше механизма ядерных реакций является то обстоятельство, что магнитные монополи пока не обнаружены в природе.

Многочисленные попытки построить последовательную теорию ХС (см. обзорные работы [1,2]) не увенчались успехом. Как отмечалось выше, для объяснения ХС может быть важен учет коллективных эффектов, обусловленных взаимодействием ядер со средой, в которой происходит ядерная реакция. Но достаточно ли учесть эти эффекты, чтобы построить теорию явления? Анализ экспериментов по трансформации химических элементов при низких энергиях и холодному синтезу ядер приводит к мысли, что обсуждаемое явление не относится к числу экзотических: по-видимому, оно встречается в природе постоянно, на каждом шагу, как в физических, так и в биологических системах. Поэтому естественно ожидать, что ядерные реакции при низких температурах должны иметь простое физическое объяснение. Однако такое объяснение, не выходящее за рамки существующих представлений, до сих пор не найдено. Не означает ли это, что здесь мы сталкиваемся с ситуацией, аналогичной той, которая возникла в физике в конце XIX века и которую описывали словами: на светлом небосклоне физики имеются лишь два темных облачка — излучение абсолютно черного тела и опыты Майкельсона? Напомним, что для устранения этих облачков потребовался пересмотр физических представлений об электромагнитном поле, о пространстве и времени.

Как отмечается в [8], имеется простой физический механизм ядерных превращений при низких энергиях, существование которого вытекает из квантовой теории электрона как открытой самоорганизующейся системы [9]. Если два или большее число легких ядер оказываются «внутри» свободного электрона, точнее, внутри области основной локализации частицы, то из-за взаимодействия ядер с электрически заряженной материей электронного облака возникает сила притяжения между ядрами, которая может привести к слиянию ядер. Это означает, что **холодная ядерная реакция представляет собой внутриэлектронный процесс**, характер которого определяется физическими свойствами собственного поля, порождаемого электрически заряженной материей электрона. Целью данной работы является более подробное рассмотрение указанного механизма, обусловленного пространственной протяженностью электрона.

В разделе 2 сформулированы физические идеи и схематически изложены основные результаты квантовой теории электрона как открытой самоорганизующейся системы, необходимые для понимания происхождения механизма, обеспечивающего возможность возникновения реакций синтеза и деления ядер при низких энергиях. Сущность развиваемого подхода заключается в том, что **собственное поле, создаваемое электроном, рассматривается как врожденное, неотъемлемое физическое свойство электрона, внутренне присущее частице по самой природе вещей, и поэтому собственное поле и самодействие включаются в определение частицы** на самом начальном этапе построения теории. Как видно из полученных результатов, электрон представляет собой квант (элементарное возбуждение) поля самодействующей электрически заряженной материи. Это солитон, физические и геометрические свойства которого описываются нелинейным и нелокальным динамическим уравнением, аналогичным уравнению Дирака.

В разделе 3 рассматривается приложение квантовой модели самодействующего электрона к ядерным реакциям при низких энергиях. Отмечается, что из-за существования простого механизма ядерных реакций при низких энергиях, имеющего универсальный характер, ядерные реакторы представляют собой, в сущности, атомные бомбы замедленного действия, которые могут время от времени взрываться в силу случайных причин. Следовательно, хотя атомные станции и могут

обеспечить человечество энергией, однако атомная энергетика — очень опасный путь получения энергии. Единственно приемлемый способ решения энергетической проблемы состоит в использовании ядерных реакций при низких энергиях.

## 2. Квантовая модель электрона как открытой самоорганизующейся системы

В основе стандартной формулировки квантовой электродинамики (КЭД) лежит представление о том, что электрон — бесструктурная точечная частица, не испытывающая самодействия. Это предположение приводит к серьезным трудностям — расходимостям массы и заряда электрона и невозможности объяснить его стабильность (см., напр., [10-12]).

Указанные выше трудности очень серьезны. Согласно Дираку, трудности КЭД «ввиду их принципиального характера могут быть устранены лишь радикальным изменением основ теории, вероятно, столь же радикальным, как переход от теории боровских орбит к современной квантовой механике» ([13], с.403). «Правильный вывод, — подчеркивает Дирак, — состоит в том, что основные уравнения неверны. Их нужно существенно изменить так, чтобы в теории вообще не возникали бесконечности».

Главной причиной возникновения трудностей является предположение о точечности электрона, и поэтому отказ от этой гипотезы неизбежен. Детальный анализ проблемы показывает, что ключ к построению последовательной теории электромагнетизма дает учет кулоновского самодействия электрона, т.е. обратной реакции на частицу со стороны собственного поля, которое электрон порождает в окружающем пространстве.

Одна из наиболее смелых идей, относящихся к проблеме электрона, была выдвинута Шредингером. Ему принадлежит исторически первая физическая интерпретация квантовой механики, согласно которой величина  $e|\Psi(\mathbf{r})|^2$  ( $e$  — заряд электрона,  $\Psi(\mathbf{r})$  — его волновая функция) представляет собой пространственную плотность распределения заряда электрона, и поэтому **линейные размеры электрона порядка линейных размеров атома** [14,15]. Эту интерпретацию, однако, не удалось обосновать, и она была отвергнута большинством физиков [16].

Важный шаг к правильному пониманию физической природы электрона сделан А. Барутом с сотрудниками [16–18], которые сформулировали и развили квантовую теорию электромагнитных процессов, основываясь на картине собственной энергии (the Self-Field QED). Используя выражение для полной собственной энергии электрона, им удалось получить лэмбовский сдвиг и другие радиационные поправки и показать, что радиационные явления могут быть описаны с помощью функции действия, без привлечения метода вторичного квантования. Как указывает Барут [17], правильным квантовым уравнением движения реального электрона является не уравнение Дирака или уравнение Шредингера для «голового» электрона, а уравнение, содержащее дополнительный нелинейный член собственной энергии.

Новый подход к решению проблемы электрона предложен в работах [9, 19–24]. Здесь рассматривается формулировка электродинамики, представляющая собой синтез общепринятой квантовой электродинамики и идей теории самоорганизации [25]. Физический механизм самоорганизации электрона состоит в самодействии — обратном действии на частицу создаваемого ею в окружающем пространстве собственного поля, которое в частном случае частицы, покоящейся в некоторой инерциальной системе отсчета, превращается в статическое кулоновское поле.

Схематически изложим результаты формулировки квантовой электродинамики, в которой электрон является открытой самоорганизующейся системой.

Как описать самодействие электрона? Естественно ожидать, что плотность электрического заряда электрона должна описываться непрерывной функцией координат, принимающей всюду конечные значения, и вследствие этого собственная энергия частицы должна быть конечной. Одно из указаний относительно того, как описать самодействие электрона и, следовательно, устранить расходимость собственной энергии, можно получить из уравнений Максвелла для электромагнитного поля. Согласно последним, напряженность  $E_{\parallel}$  потенциального электрического поля, создаваемого электрически заряженной частицей, и полная энергия  $W$  этого поля могут быть записаны в виде:

$$E_{\parallel}(\mathbf{r}, t) = -\nabla \int d\mathbf{r}_1 \rho_1 / |\mathbf{r} - \mathbf{r}_1|, \quad (1)$$

$$W = \frac{1}{2} \int d\mathbf{r}_1 \int d\mathbf{r}_2 \rho_1 \rho_2 / |\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|, \quad (2)$$

где  $\rho_n = \rho_n(\mathbf{r}, t)$ ,  $n = 1, 2$ ,  $\rho_n(\mathbf{r}, t)$  — плотность электрического заряда. Величина  $W$  представляет собой энергию самодействия (собственную энергию) частицы. Как видно из (1) и (2),

$$E_{\parallel} = 0, \quad W = 0 \text{ при } \rho = 0. \quad (3)$$

Из последних равенств следует, что кулоновское поле  $E_{\parallel}$  не является независимой степенью свободы электромагнитного поля: оно порождается заряженной частицей и не может существовать в ее отсутствие. Следовательно, кулоновское поле должно быть включено в определение частицы. Эту идею можно реализовать на основе принципа действия, включив самодействие электрона в лагранжеву функцию уже в нулевом приближении.

Очевидно, что при выводе уравнения движения электрона из принципа действия в лагранжеву функцию  $L$  электронного поля необходимо включить в качестве дополнительного слагаемого величину  $-W$ , т. е.

$$L = L_0 - W, \quad (4)$$

где  $L_0$  — функция Лагранжа свободных частиц. Используя в качестве функции  $L_0$  лагранжеву функцию в нерелятивистском приближении

$$L_0 = \int d\mathbf{r} \left( \frac{i}{2} \Psi^* \partial_t \Psi - \frac{1}{2m} (\nabla \Psi^*) (\nabla \Psi) \right) \quad (5)$$

( $\Psi^* \partial_t \Psi = \Psi^* \partial_t \Psi - \Psi^* \partial_t \Psi$ ,  $\partial_t = \frac{\partial}{\partial t}$ ) и полагая  $\rho = e |\Psi|^2$ , из принципа действия получаем

следующее уравнение для волновой функции  $\Psi = \Psi(\mathbf{r}, t)$  нерелятивистского электрона:

$$i \partial_t \Psi = \left( -\frac{1}{2m} \nabla^2 + U \right) \Psi, \quad (6)$$

$$U(\mathbf{r}, t) = e^2 \int d\mathbf{r}_1 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_1|^{-1} |\Psi(\mathbf{r}_1, t)|^2 \equiv U. \quad (7)$$

Анализ показывает, однако, что уравнение (6) не имеет решений, удовлетворяющих необходимым физическим требованиям. С физической точки зрения это связано с тем, что кулоновские силы отталкивания, действующие внутри электрона, стремятся «разорвать» его на части. С формальной же точки зрения объяснение состоит в том, что потенциальная энергия  $U$  (7) представляет собой не потенциальную яму, а потенциальный горб. По этой причине уравнение (6) не может иметь решений, описывающих устойчивые состояния электрона.

Получен, таким образом, отрицательный результат: мы попытались учесть самодействие электрона, естественным образом дополнив лагранжеву функцию членом собственной энергии частицы, но пришли к квантовому уравнению, которое не имеет разумных физических решений. Это означает, что стандартная теоретическая схема достигает здесь границ своей применимости, так что, оставаясь в ее рамках, решить проблему электрона и сколько-нибудь продвинуться в понимании физической природы электромагнитного взаимодействия невозможно.

Принципиально новый момент, который вносится нами в квантовую механику, состоит в замене модели изолированной системы, описываемой гармоническим осциллятором, **моделью открытой системы**. Приведем аргументы, указывающие на неизбежность использования модели открытой системы в качестве основы описания взаимодействия между микрочастицами [26].

Прежде всего, отметим, что теория квантовых частиц, основывающаяся на использовании моделей изолированной системы, строго говоря, физически бессодержательна. Действительно, любое наблюдение, проведенное над системой, представляет собой процесс взаимодействия этой системы со средствами наблюдения (прибором). Но в случае микрочастиц (квантовых частиц) это

взаимодействие не является слабым и поэтому пренебрегать им недопустимо, т. е. микрочастицы должны рассматриваться как принципиально неизолированные системы.

Исходным пунктом общепринятой формулировки квантовой механики является физическая идея о том, что взаимодействие между физическими полями сводится к столкновению частиц, соответствующих этим полям, причем частицы до и после столкновения можно рассматривать как свободные. В соответствии с этим квантовая механика основывается на представлении о «голых», невзаимодействующих частицах, взаимодействие между которыми считается дополнительным фактором, незначительно изменяющим физические свойства невзаимодействующих частиц. Однако такое представление о взаимодействии носит заведомо идеализированный характер, так как частицы постоянно взаимодействуют «с вакуумом, как со своего рода физической средой, в которой эти частицы движутся» [27]. Взаимодействие частиц с вакуумными флуктуациями не является малым и его невозможно отключить.

Следует также иметь в виду, что необходимым посредником при изучении микрообъектов являются средства наблюдения (прибор) с соответствующим им классическим полем, которое должно быть учтено в последовательной квантовой теории [28]. Включение в схему теории сколь угодно слабого классического внешнего поля приводит к появлению ненулевой ширины<sup>1</sup> энергетических уровней «одетых» частиц. Принципиальная невозможность изолировать реальную частицу от вакуумных колебаний поля и от классических источников, связанных со средствами наблюдения, означает, таким образом, необходимость учета ненулевой ширины уровней энергии частиц [26].

Использование модели гармонического осциллятора при описании взаимодействия электромагнитного излучения с веществом является, по-видимому, главным источником серьезных трудностей общепринятой формулировки квантовой теории, так как подобный подход означает заведомое пренебрежение теми физическими процессами, которые, протекая постоянно, обуславливают принципиальную неизолированность физической системы от окружающей среды. Вводя искусственное представление о включении и выключении взаимодействия осциллятора с полем излучения, мы умеем получить в рамках существующей теории ширину энергетических уровней осциллятора, но не можем утверждать с уверенностью, что таким способом правильно учтено взаимодействие.

Из приведенных соображений видно, что в основе описания взаимодействия излучения с веществом должны лежать модели с энергетическими уровнями ненулевой ширины. Возникает необходимость в формулировке такой квантовой теории, в которой учитывалось бы наличие ненулевой ширины<sup>1</sup> уровней энергии. Речь идет о введении бесконечно малого затухания<sup>1</sup> в исходную систему уравнений, описывающих взаимодействующие электронное и электромагнитное поля. Такой подход означает нарушение в бесконечно малом однородности физической системы относительно трансляций во времени. Необходимость нарушения однородности времени вытекает из того факта, что в обычном подходе (с<sup>1</sup> = 0) состояния системы взаимодействующих полей обладают вырождением бесконечно большой кратности по отношению к временным трансляциям. Согласно фундаментальной концепции Н. Н. Боголюбова о квазисредних [29] при описании динамики системы в случае вырождения необходимо включить в гамильтониан бесконечно малый член, снимающий вырождение. В предлагаемой здесь теории вырождение состояний квантованных полей относительно временных трансляций снимается введением в лагранжиан бесконечно малого затухания<sup>1</sup>; тем самым указанное вырождение снимается уже в исходном, нулевом приближении, что принципиально важно при использовании теории возмущений.

Формулировка физической идеи, состоящей в том, что квантовое трение возникает на самом элементарном уровне — на уровне одной частицы дана в монографии [26]. Невозможность изолировать реальную частицу от окружающего мира является тем свойством, которое следует учесть уже в одночастичной теории (для каждого сорта частиц), еще до включения взаимодействия с другими частицами. Модель принципиально неизолированной частицы (частицы с<sup>1</sup> ≠ 0) привлекательна тем, что в ней с самого начала отсутствует вырождение состояний относительно временных трансляций — вырождение, которое в стандартном подходе снимается при учете взаимодействия частицы с вакуумными полевыми флуктуациями и классическими полями. Основой

развиваемой формулировки служит фундаментальная концепция о квазисредних, дополненная требованием, чтобы уравнения движения частицы с  $\dot{\mathbf{r}} \neq 0$  следовали из вариационного принципа. Следует подчеркнуть, что введение ненулевого затухания  $\dot{\mathbf{r}}$  в электродинамику необходимо для того, чтобы установить структуру лагранжевой функции, учитывающей свойство открытости физической системы. После того, как эта структура установлена, выполняется предельный переход  $\dot{\mathbf{r}} \rightarrow 0$ .

Нам представляется, что развитие квантовой теории будет неизбежно связано с использованием модели открытой системы, как такой модели, которая полнее отражает физическую сущность взаимосвязей в реальном мире. Необходимо, таким образом, выработать понятие открытости физической системы, которое, с одной стороны, достаточно хорошо описывало бы реальную систему и, с другой, было бы достаточно простым для описания конкретных физических процессов.

Поскольку открытая система обладает более богатым физическим содержанием по сравнению с системой изолированной, то для её описания необходимо привлечение существенно новых математических идей. Прежде всего, необходимо увеличить число независимых динамических переменных, относящихся к частице. В работах [9, 19–24] в качестве основы описания самодействующего электрона использована простейшая модель открытой системы, которую можно представить лагранжевой функцией Морса-Фешбаха-Бейтмена [30, 31] и которая ранее была успешно использована для описания диспергирующих сред (обзор работ, в которых рассмотрены приложения модели открытой системы к электродинамике диспергирующих сред, приведен в монографии [26]). В этой модели каждой динамической переменной «голой» частицы  $\Psi$  ставятся в соответствие две динамические переменные,  $\Psi$  и  $\Psi^*$ , которые рассматриваются как компоненты волновой функции, описывающей состояния самодействующего электрона, и предполагается, что эти величины принадлежат к функциональному пространству с индефинитной метрикой, характеризующемуся квадратичной формой вида

$$\Psi^* \Psi + \Psi \Psi^* \quad (8)$$

Эта квадратичная форма заменяет собой положительно определенную квадратичную форму

$$\Psi^* \Psi \quad (9)$$

лежащую в основе стандартной формулировки квантовой механики.

Полагая, что переменные  $\Psi$  относятся к электрону, а переменные  $\Psi^*$  — к окружающей среде, можно было бы думать, что лагранжеву функцию  $L = L(\Psi, \Psi^*)$  реального электрона следует строить по обычному рецепту, относящемуся к взаимодействующим между собой подсистемам:

$$L(\Psi, \Psi^*) = L_1(\Psi) + L_2(\Psi^*) + L_{\text{int}}(\Psi, \Psi^*), \quad (10)$$

где  $L_1(\Psi)$  - лагранжева функция «голого» электрона (т.е. частицы, изолированной от среды),  $L_2(\Psi^*)$  — лагранжева функция среды, в которой частица движется и которая отделена от частицы, и  $L_{\text{int}}(\Psi, \Psi^*)$  — лагранжева функция взаимодействия «голого» электрона со средой, причем

$$L_{\text{int}}(0, \Psi^*) = L_{\text{int}}(\Psi, 0) = 0.$$

Пренебрегая при таком способе описания динамическими переменными среды, т.е. полагая  $\Psi^* = 0$  (и тем самым изолируя электрон от окружающей среды), мы приходим к лагранжевой функции «голой» частицы

$$L(\Psi, 0) = L_1(\Psi)$$

как к нулевому приближению при рассмотрении реальной частицы. Однако реальный, наблюдаемый электрон неразрывно связан с окружающей средой; его взаимодействие со средой не может быть слабым, так как оно является условием существования частицы как физической системы: изолировав частицу от среды, мы получим ненаблюдаемый объект, о физических свойствах которого нельзя высказать никаких суждений [26, 28]. С этой точки зрения использование лагранжевой функции (10) в качестве основы теории неудовлетворительно. Замена же квадратичной формы (9) квадратичной формой (8) приводит естественным образом к такому выражению  $\tilde{L}(\Psi, \Psi^*)$  для лагранжевой

функции реального электрона, которое учитывает неотделимость частицы от среды; в частности, выполняется условие

$$\tilde{L}(\Psi, 0) = \tilde{L}(0, \Psi) = 0$$

(условие неизолерованности системы), которое означает, что приближение, в котором частица рассматривается как изолированная система, не имеет физического смысла.

Через квадратичную форму (8) выражаются все физические величины; в частности, плотность электрического заряда электрона в нерелятивистском приближении дается соотношением

$$\rho(r, t) = e(\Psi^*(r, t)\Psi(r, t) + c.c.) \quad (11)$$

Включая кулоновское поле, порождаемое электроном, в определение частицы, в качестве лагранжевой функции  $L$  самодействующего электронного поля используем выражение (4), где

$$L_0 = \int d\mathbf{r} \left\{ \frac{i}{2} \left( \Psi^* \delta_t^+ \Psi + \Psi \delta_t^+ \Psi^* \right) - \frac{1}{2m} \left[ \left( \nabla \Psi^* \right) \left( \nabla \Psi \right) + \left( \nabla \Psi^* \right) \left( \nabla \Psi \right) \right] \right\} \quad (12)$$

лагранжева функция частицы в отсутствие самодействия,  $W$  — собственная энергия электрона, определяемая формулой (2), в которой  $\rho_n = \rho(r, t)$ ,  $n = 1, 2$ ,  $\rho(r, t)$  — плотность заряда (11). Принцип действия с лагранжевой функцией (4) приводит к следующему нелинейному уравнению движения электрона в нерелятивистском приближении:

$$\left( i \partial_t + \frac{\nabla^2}{2m} - U(x) \right) \begin{pmatrix} \Psi(x) \\ \Psi(x) \end{pmatrix} = 0, \quad x = (r, t), \quad (13)$$

$$U(x) = e \int d\mathbf{r}_1 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_1|^{-1} \rho(r_1, t). \quad (14)$$

Анализ показывает, что уравнение (13) имеет решения, описывающие стационарные состояния частицы, при  $N = -1$ , где

$$N = \int d\mathbf{r} (\Psi^* \Psi + \Psi \Psi^*) \quad (15)$$

постоянная нормировки. Компоненты  $\Psi$  и  $\Psi$  можно интерпретировать следующим образом: одна из них, например,  $\Psi$ , соответствует в некотором смысле собственно частице («голому» электрону), а вторая,  $\Psi$ , — окружающей частицу среде, в которой частица движется. Наличие двух компонент волновой функции без учета спина означает, что частица имеет дополнительную степень свободы. В рассматриваемой теории эта степень свободы описывается знаком постоянной нормировки  $N$  ( $N = \pm 1$ ), который играет роль квантового числа, учитывающего самодействие электрона.

Как видно из соотношений (2), (4), (11) и (12), лагранжева функция  $L$  электрона обращается в нуль как при  $\Psi = 0, \Psi \neq 0$ , так и при  $\Psi = 0, \Psi \neq 0$ . С физической точки зрения это является выражением того обстоятельства, что «голый» электрон и «голая» среда, порождаемая электроном, не существуют в природе в отрыве друг от друга. Ни электрон, изолированный от порождаемого им кулоновского поля, ни кулоновское поле, отделенное от электрона, взятые в отдельности, не имеют физического смысла.

Уравнение (13) несложно обобщить на релятивистский случай. Опуская детали вычислений, которые можно найти в [9, 22-24], приведем уравнение движения в окончательной форме:

$$\left( i \not{\partial} - e \not{A}(x) - m \right) \begin{pmatrix} \Psi(x) \\ \Psi(x) \end{pmatrix} = 0, \quad (16)$$

где  $\not{\partial} = \gamma_0 \frac{\partial}{\partial t} + \vec{\gamma} \frac{\partial}{\partial \mathbf{r}}$ ,  $\not{A}(x) = \gamma_0 A_0(x) - \vec{\gamma} \mathbf{A}(x)$ ,  $\gamma_0$  и  $\vec{\gamma}$  — матрицы Дирака,  $\Psi(x)$  и  $\Psi(x)$  — биспиноры

Дирака,

$$A(x) = A_{||}(x) + A_{\perp}(x),$$

$$A_{||}(x) = \int d^4 x_1 \delta^4(x - x_1) j_{||}(x_1), \quad A_{\perp}(x) = (0, \mathbf{A}_{\perp}(x)),$$



$$A_{\perp}(x) = (4\pi)^{-1} \int d^4x_1 \delta(|x - x_1|) \left[ \nabla_{r_1} \times \mathbf{B}(x_1) - \partial_{t_1} \mathbf{E}_{\perp}(x_1) \right],$$

$$j_{\parallel}(x) = \rho(x), j_{\perp}(x) = \mathbf{j}_{\perp}(x),$$

$$j^{\mu}(x) = e \left[ \Psi^{\dagger}(x) \gamma^{\mu} \Psi(x) + \Psi(x) \gamma^{\mu} \Psi^{\dagger}(x) \right] \equiv \rho(x), \mathbf{j}(x) \quad \text{— 4-вектор плотности тока.}$$

Здесь  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{E}$  — векторы магнитной индукции и напряженности электрического поля,  $\Psi = \Psi + \gamma_0$ ,  $\Psi^{\dagger} = \Psi^{\dagger} + \gamma_0$ , потенциальная  $j_{\parallel}$  и вихревая  $j_{\perp}$  составляющие вектора  $\mathbf{j} = \mathbf{j}(r, t)$  определяются равенствами

$$j_{\parallel}(r, t) = - \text{grad div} \int d\mathbf{r}' (4\pi)^{-1} \mathbf{j}(r', t) / |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|,$$

$$j_{\perp}(r, t) = \text{rot rot} \int d\mathbf{r}' (4\pi)^{-1} \mathbf{j}(r', t) / |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|.$$

Отметим, что электромагнитное поле следует рассматривать, как и электронное поле, на основе модели открытой системы. В простейшем варианте теории каждую динамическую переменную электромагнитного поля нужно расщепить на две независимые компоненты, одна из которых описывает электромагнитную волну, а вторая — среду, в которой волна распространяется и с которой она взаимодействует. Такой подход изложен в работе [9]. Для простоты записи выше приведены формулы, относящиеся к случаю, когда электромагнитное поле описывается обычным образом, без удвоения динамических переменных.

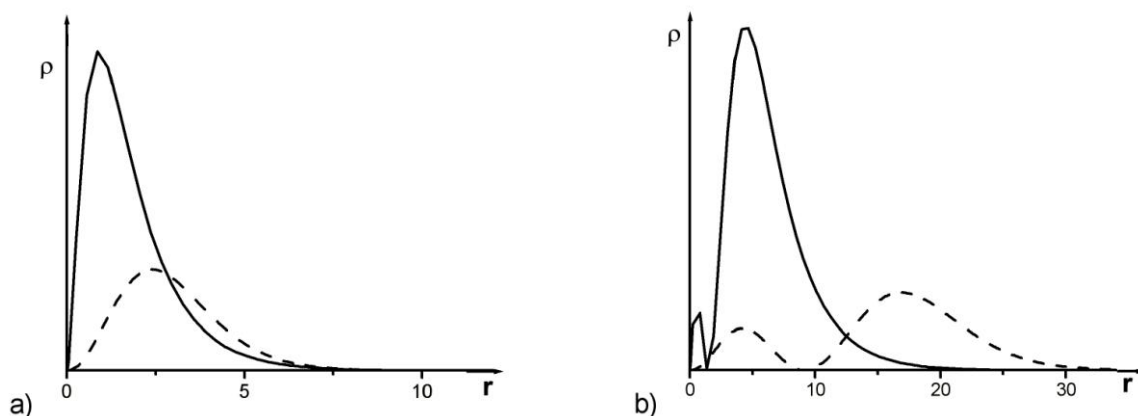
Уравнение (16) описывает одну самодействующую частицу, взаимодействующую с вихревым электромагнитным полем. Обобщение этого уравнения на систему из произвольного числа  $n$  самодействующих электрически заряженных частиц, взаимодействующих между собой, приведено в [9].

По внешнему виду уравнение (16) совпадает с обычным уравнением Дирака для заряженной частицы во внешнем поле, описываемом 4-потенциалом  $A$ . Однако в действительности оно существенно отличается от уравнения Дирака. Различие состоит в том, что **уравнение (16) является нелинейным и нелокальным**, причем нелокальность имеет как пространственный, так и временной характер. Потенциальная ( $A_{\parallel}$ ) и вихревая ( $A_{\perp}$ ) компоненты 4-потенциала, входящего в уравнение (16), отличаются друг от друга по своей физической природе: первая описывает кулоновское поле и выражается квадратично через компоненты волновой функции электрона, а вторая описывает поперечные электромагнитные волны и выражается через вихревое электромагнитное поле. Анализ решений основного уравнения динамики показывает, что они описывают локализованные в пространстве сгустки самодействующей электрически заряженной материи, т.е. частица является **солитоном**.

Спектр внутренней энергии электрона дискретный с бесконечно большим числом уровней, причем каждому значению внутренней энергии  $E_k$  ( $k$  — набор квантовых чисел) отвечают определенные размеры пространственного распределения заряда частицы и определенная геометрическая форма. С увеличением  $E_k$  увеличиваются размеры и число экстремумов волновой функции.

Распределение электрического заряда атомного электрона в основном состоянии состоит из области основной локализации с линейными размерами порядка боровского радиуса  $a_0$  ( $a_0 \sim 10^{-10}$  м) и хвоста, простирающегося до бесконечности. Существенно, что из-за нелинейности динамического уравнения электрона волновая функция не подчиняется принципу суперпозиции. В силу этого электрон приобретает свойства абсолютно твердого тела: возмущение, испытываемое электроном в момент времени  $t$  в области основной локализации, в следующий момент  $t + 0$  становится известным на любом расстоянии от нее.

На рис 1 представлены схематически результаты расчета, выполненного на основе уравнения (13), распределения электрического заряда в атомном и свободном электронах в основном (а) и первом возбужденном (б) состояниях.

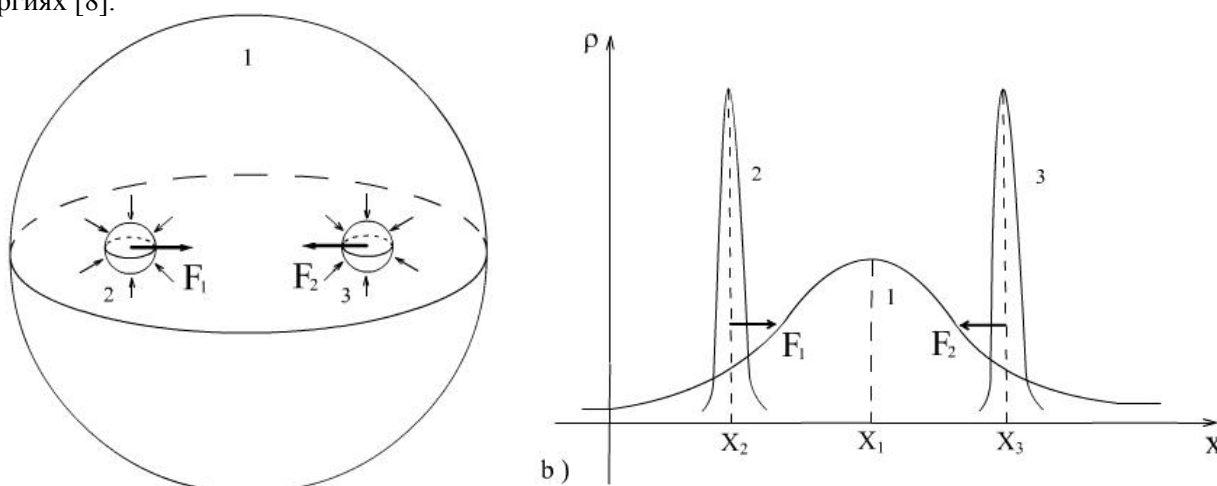


**Рис.1.** Плотность заряда ( $\rho$ ) электрона а) в основном состоянии, б) в первом возбуждённом состоянии: сплошные линии отвечают электрону в атоме водорода, а пунктирные — свободному электрону,  $r$  — расстояние от центра масс электрона, измеренное в боровских радиусах.

Согласно [9,19], атом представляет собой систему взаимодействующих между собой ядерного и электронного солитонов, причем спектр внутренней энергии атома водорода, обусловленный электромагнитным взаимодействием, имеет зонный характер. Наличие зонной структуры спектра энергии атома водорода объясняется следующим образом. Свободное ядро, из-за существования кулоновского самодействия, имеет дискретный спектр внутренней энергии. Так как взаимодействие ядра с электроном мало по сравнению с энергией кулоновского самодействия ядра, то его можно учесть по теории возмущений. Отсюда сразу же следует, что каждый уровень энергии свободного ядра расщепляется в зону. Возникает бесконечно много зон (бальмеровских повторений) и в каждой имеется бесконечно много уровней энергии. Нижайшая зона совпадает с обычным бальмеровским спектром.

### 3. Физический механизм ядерных реакций при низких энергиях

Представленная выше схематически квантовая теория электрона как открытой самоорганизующейся системы приводит к следующему механизму ядерных реакций при низких энергиях [8].



**Рис.2.** Схематическое изображение взаимодействия ядер с электронным облаком: а) 1 — область основной локализации электрона, 2 и 3 — ядра,  $F_1$  и  $F_2$  — силы притяжения между ядрами, возникающие за счёт сжатия электронного облака под действием кулоновских сил, б)  $\rho$  — плотность заряда, 1 — электронный солитон, 2 и 3 — ядерные солитоны,  $X_n$  ( $n=1,2,3$ ) — координаты центров масс частиц.

Если в области основной локализации свободного электрона, линейные размеры которой в основном состоянии частицы в несколько раз превышают линейные размеры атома (см. рис.1), появляется два или большее число ядер, то каждое из них притягивает к себе прилегающие области электронного облака, и это приводит к сжатию электронного облака в целом. В результате автоматически возникает притяжение ядер, оказавшихся «внутри» электрона, друг к другу (см. рис. 2).

Расчет показывает, что кулоновский барьер вокруг ядер деформируется, его высота уменьшается и соответственно увеличивается вероятность проникновения сквозь барьер за счет туннельного перехода. При определенных условиях этот процесс может привести к слиянию ядер. Очевидно, что указанный процесс возможен лишь при малых энергиях поступательного движения центров масс ядер и электрона: ядра должны находиться «внутри» электрона достаточно долго, чтобы успеть сблизиться в результате электронно-ядерного взаимодействия. Этот механизм слияния ядер имеет универсальный характер. Для его осуществления нужно иметь лишь достаточно интенсивный поток свободных электронов, т. е. электрический ток, и достаточное число свободных ядер.

Если «внутри» свободного электрона появляются тяжелые ядра, то вследствие их взаимодействия с электронным облаком происходит поляризация ядер. Из-за того, что собственное поле электрона сильнее взаимодействует с протонами, чем с нейтронами, ядра деформируются (вытягиваются), и этот процесс может привести к распаду ядер на осколки (к делению ядер).

Как отмечается в работе [7], официальная версия причин Чернобыльской катастрофы содержит серьезные противоречия, ряд фактов, относящихся к аварии, не имеет убедительных объяснений, и это обстоятельство заставляет искать истинные причины происшедшего, ибо «досконально не разобравшись в механизме одной трагедии, мы рано или поздно станем свидетелями другой». Авторы высказывают предположение о том, что причиной аварии явилось попадание в ядерный реактор магнитных монополей, вызвавших деление ядер  $^{238}\text{U}$ , что привело к образованию запаздывающих нейтронов, росту мощности реактора и взрыву. В качестве аргумента в пользу этого предположения приводится факт деления ядер  $^{238}\text{U}$  под действием «странного» излучения, появляющегося при взрыве фольги.

По мнению авторов работ [5,7], «странное» излучение порождается теми магнитными монополями, которые образуют связанные состояния с ядрами атомов. Эти составные частицы дают аномально широкие треки, похожие на след ползущей гусеницы, а также треки сложной формы, напоминающие спирали и решетки. Характер треков изменяется при наложении магнитного поля, что, как полагают авторы, является аргументом в пользу высказанного предположения. Имеются также совершенно особые треки, похожие на царапины и кляксы. «Странное» свечение имеет шарообразную форму, напоминает шаровую молнию и его длительность превышает длительность импульса тока, возникающего при электрическом разряде, более чем в 10 раз. С течением времени светящийся шар (шаровое плазменное образование) рассыпается на множество маленьких шариков.

Нам представляется, что частицами, вызывающими «странное» излучение, являются свободные электроны в возбужденном состоянии, образующиеся при электрическом разряде. Согласно [9, 19], линейные размеры области основной локализации таких электронов составляют многие десятки размеров атома. Тяжелое ядро, например, ядро  $^{238}\text{U}$ , оказавшись внутри электронного облака, неизбежно деформируется из-за взаимодействия протонов с прилегающими слоями в распределении электрического заряда электрона, что может вызвать деление ядра. Если же внутри электрона появляется два или большее число легких ядер, то возникает сила притяжения между ядрами, которая может привести к реакции синтеза. При достаточно сильном электрическом разряде области основной локализации некоторых электронов могут пересекаться, и если в такой области оказывается ядро, то из-за кулоновского притяжения ядер к прилегающим слоям электронных облаков может образоваться связанное состояние из двух электронов и ядра, обладающее относительной устойчивостью и характеризующееся значительной пространственной протяженностью. Очевидно, что при достаточно большой концентрации свободных электронов может образоваться относительно устойчивый комок плазмы, состоящий из большого числа свободных электронов и ядер, который в силу хаотического движения ядер и отсутствия выделенных

направлений должен иметь приблизительно сферическую форму. Отметим, что в «странное» излучение могут внести вклад атомные электроны, принадлежащие дополнительным энергетическим зонам атома (бальмеровским повторениям, возникающим из-за самодействия ядер, см. раздел 2).

Как видно из изложенного, для объяснения причин аварии на Чернобыльской атомной станции нет необходимости привлекать магнитные монополи. Сценарий развития событий во время аварии, описанный в [7], нам представляется вполне вероятным, если только под инициаторами ядерной реакции деления понимать не гипотетические монополи, а свободные электроны, мощный импульс которых мог возникнуть в результате электрического разряда в области турбогенераторов.

Существование простого физического механизма ядерных реакций при низких энергиях, указанного в данной работе, означает, что ядерные реакторы — это, в сущности, атомные бомбы замедленного действия, которые будут время от времени взрываться. Взрыв ядерного реактора может произойти из-за случайного короткого замыкания на каком-либо участке электрической цепи, вследствие которого появляется интенсивный поток свободных электронов. Этот поток, попав по каким-либо причинам в ядерный реактор, может инициировать взрыв реактора. Отсюда следует, что, хотя атомные станции и могут обеспечить человечество энергией, атомная энергетика — очень опасный путь получения энергии (как и энергетика, использующая управляемый термоядерный синтез). Единственно приемлемый способ решения энергетической проблемы состоит в использовании ядерных реакций при низких энергиях.

Согласно результатам работы, ядерные реакции при низких температурах происходят «внутри» электрона под действием собственного поля частицы. Следовательно, для уточнения физического механизма ХС необходимо детальное изучение внутриэлектронных процессов и физических свойств собственных полей частиц. Отметим, что по своим физическим свойствам собственное поле существенно отличается от поля электромагнитных волн: это поле является полем стоячих волн материи, имеет чисто классический характер и не может быть сведено к совокупности фотонов. Собственное поле заряженной частицы играет в природе особую роль, состоящую в том, что оно превращает окружающее пространство в физическую среду (физический вакуум), обладающую свойствами абсолютно твердого тела [32].

Как неоднократно отмечалось в литературе [1,2], эксперименты по ХС плохо воспроизводятся и это обстоятельство вызывает сомнение в самом существовании явления. Плохая воспроизводимость результатов, объясняется, по-видимому, тем, что ХС зависит от большого числа параметров: от плотности электрического тока, от концентрации свободных ядер, от концентрации примесей и дислокаций в образцах, от размеров образцов и т.п. Для воспроизводимости результатов необходимо совпадение всех этих параметров, характеризующих среду, в которой происходят ядерные реакции, но добиться этого нелегко.

В заключение остановимся на вопросе о линейных размерах электрона, приобретающем особый интерес в связи с рассматриваемым здесь механизмом ядерных реакций. Вывод о том, что размеры электрона в основном состоянии атома порядка величины боровского радиуса, т.е. порядка размеров атома, следующий из соображений размерности [9,19] и подтверждаемый квантовой моделью электрона, кажется совершенно неожиданным. На первый взгляд, он противоречит как теории кварков, так и экспериментальным данным по рассеянию электронов. Согласно кварковым моделям, радиус электрона, отвечающий его кварковой структуре, составляет  $10^{-22}$  м [33]. Следует подчеркнуть, однако, что приведенная выше величина линейных размеров электрона относится к внутренней структуре, порождаемой кулоновским полем. Последнее является дальнедействующим и поэтому линейные размеры порождаемых им внутренних структур (т.е. пространственных неоднородностей в распределении электрического заряда в различных квантовых состояниях) должны значительно превышать размеры связанных с электроном кварковых структур. По-видимому, существует иерархия внутренних структур частицы, порождаемых кулоновскими силами, ядерными силами, межкварковыми взаимодействиями и др., которые характеризуются всё меньшими и меньшими линейными размерами.

Что же касается экспериментов по рассеянию электронов высоких энергий, согласно которым внутренняя структура электрона не проявляется вплоть до расстояний порядка  $10^{-16} \div 10^{-17}$  м, то можно привести, по крайней мере, две причины, которые указывают на то, что здесь нет

противоречия с экспериментом. Во-первых, в экспериментах по рассеянию детали внутренней структуры электрона пытались зарегистрировать на расстояниях, много меньших, чем борковский радиус и поэтому неудивительно, что результаты экспериментов оказались отрицательными: при высоких энергиях электроны ведут себя как точечные частицы, их внутренняя структура не успевает проявиться. Во-вторых, результаты экспериментов анализировались с точки зрения общепринятых представлений об электроне, которые относятся к точечной частице, но заведомо неприменимы к реальному электрону, испытывающему кулоновское самодействие. Согласно предсказаниям квантовой теории электрона как самоорганизующейся системы, реальный электрон является особым объектом — солитоном, т.е. таким облаком электрически заряженного вещества, которое при взаимодействии с другими частицами стремится сохранить свои размеры и геометрическую форму. В настоящее время еще не существует теории рассеяния такого рода частиц и поэтому невозможно с уверенностью предсказать, как именно должна проявиться внутренняя структура электрона в экспериментах по рассеянию.

#### Л и т е р а т у р а :

1. Storms E. *A Critical Review of the «Cold Fusion» Effect*. J. Sci. Explor., **10**, #2, p.185 (1996). See also: <http://www.jse.com/storms/1.html>
2. Storms E. *Cold Fusion Revisited*. Infinite Energy, **4**, #21, p.16(1998).
3. Schwinger J. *Cold Fusion: A Hypothesis*. Z. Nat. Forsch. A **45**, 756 (1990); *Cold Fusion: A Brief History of Mine*. Infinite Energy, **1**, #1, p.10 (1995).
4. Schwinger J. *Nuclear Energy in an Atomic Lattice I*. Z. Phys. D**15**, 221 (1990); *Nuclear Energy in an Atomic Lattice*, Prog. Theor. Phys. **85**, 711 (1991); *Energy Transfer In Cold Fusion and Sonoluminescence*. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/4520/theory.htm>
5. Уруцкоев Л.И., Ликсонов В.И., Циноев В.Г. *Экспериментальное обнаружение «странного» излучения и трансформации химических элементов*. Прикладная физика, В4, М., 2000, с.83-100. Urutskoev L.I., Liksonov V.I., Tsinoev V.G. *Observation of transformation of chemical elements during electric discharge* <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0101/0101089.pdf>
6. Vysotskii, V. I., Kornilova A. A. , and Samoilenko I. I. *Experimental Discovery of Phenomenon of Low-Energy Nuclear Transformation of Isotopes (Mn55=Fe57) in Growing Biological Cultures*. The Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy (Ed. M. Okamoto) Oct. 13-18, 1996, Hokkaido, Japan, Vol. 2, p. 687; Infinite Energy, **2**, #10, p.63 (1996).
7. Уруцкоев Л.И., Герасько В.Н. *О возможном механизме Чернобыльской аварии*. [http://www.recom.hotmail.ru/CHER\\_INC\\_1.doc](http://www.recom.hotmail.ru/CHER_INC_1.doc)
8. Олейник В.П. *К электронным технологиям XXI века: на пороге революции в системах коммуникации*. Сборник докладов, Миллениум 2002, Международная конференция «С инновациями в XXI век», Одесса, 13 апреля 2002, с.268-273.
9. Oleinik V.P. *The Problem of Electron and Superluminal Signals*. (Contemporary Fundamental Physics) (Nova Science Publishers, Inc., Huntington, New York, 2001).
10. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. *Релятивистская квантовая теория, ч.1.* (М., Наука, 1968).
11. Медведев Б.В. *Начала теоретической физики*. (М., Наука, 1977).
12. Дирак П.А.М. *Релятивистское волновое уравнение электрона*. УФН, **129**, #4, с.681–691 (1979).
13. Дирак П.А.М. *Принципы квантовой механики*. (М., Наука, 1979).
14. Schrödinger E. *Quantisierung als Eigenwertproblem. Vierte Mitteilung*. Ann. der Physik, Bd. **81**, S.109–139 (1926).
15. Шредингер Э. *Избранные труды по квантовой механике*, под ред. Л.С.Полак. (М., Наука, 1976).
16. Barut A.O. *Schrödinger's interpretation of  $\Psi$  as a continuous charge distribution*. Ann. der Physik, Bd. **45**, S.31-36 (1988).
17. Barut A.O., van Huele J.F. *Quantum electrodynamics based on self-energy: Lamb shift and spontaneous emission without field quantization*. Phys.Rev., A**32**, #6, p.3187–3195 (1985).
18. Barut A.O., Dowling J.P. *Quantum electrodynamics based on self-energy: spontaneous emission in cavities*. Phys.Rev., A**36**, #2, p.649–654 (1987).

19. Arepjev Yu.D., Buts A.Yu., Oleinik V.P. *To the Problem of Internal Structure of Electrically Charged Particles. Spectra of Internal Energy and Charge Distribution for the Free Electron and Hydrogen Atom.* Preprint of the Inst. of Semiconductors of Ukraine, N8-91 (Kiev, 1991) 36p. (in Russ.).
20. Oleinik V.P. *Quantum Electrodynamics Describing the Internal Structure of Electron.* Quantum Electronics. #44, p.51-59 (1993) (in Russ.).
21. Oleinik V.P. *To the Theory of the Internal Structure of Electron. Second Quantization and Energy Relations.* Quantum Electronics. #45, p.57-79 (1993) (in Russ.).
22. Oleinik V.P. *Quantum Theory of Self-Organizing Electrically Charged Particles. Soliton Model of Electron.* Proceedings of the NATO-ASI «Electron Theory and Quantum Electrodynamics. 100 Years Later.» (Plenum Press, N.-Y., London, Washington, D.C., Boston, 1997), p.261-278.
23. Oleinik V.P. *Nonlinear Quantum Dynamical Equation for the Self-Acting Electron.* J. Nonlinear Math. Phys. 4, #1-2, p.180-189 (1997).
24. Oleinik V.P. *Quantum Equation for the Self-Organizing Electron.* Photon and Poincare Group (Nova Science Publishers, New York, Inc., 1999), p.188-200.
25. Nicolis G., Prigogine I. *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems* (Wiley-Interscience, 1977).
26. Олейник В.П., Белоусов И.В. *Проблемы квантовой электродинамики вакуума, диспергирующих сред и сильных полей.* (Кишинев, Штиинца, 1983).
27. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. *Введение в теорию квантованных полей.* (М., Наука, 1976).
28. Бор Н. *Избранные научные труды, т.2.* (М., Наука, 1971).
29. Боголюбов Н.Н. *Квазисредние в задачах статистической механики.* В кн. Статистическая физика и квантовая теория поля. (М., Наука, 1973).
30. Морс Ф.М., Фешбах Г. *Методы теоретической физики, т.1.* (М., ИЛ, 1958).
31. Dekker H. *Classical and quantum mechanics of the damped harmonic oscillator.* Phys. Reports, 80, # 1, p.1-112 (1981).
32. Олейник В.П. *Сверхсветовые сигналы, физические свойства времени и принцип самоорганизации.* Физика сознания и жизни, космология и астрофизика, #1, с.68-76 (2001).
33. Демельт Х. *Эксперименты с покоящейся изолированной субатомной частицей.* УФН, 160, #12, с.129-139 (1990).

V.P. Oleinik and Yu.D. Arepjev

**To the Theory of Nuclear Reactions at Low Energies:  
the Physical Mechanism of the Reactions**

Tell me what the electron is,  
and I shall explain to you everything else.

W. Thomson

The physical mechanism of nuclear reactions at low energies caused by spatial extension of electron is considered. Nuclear reactions of this type represent intra-electronic processes, more precisely, the processes occurring inside the area of basic localization of electron. The distinctive characteristics of these processes are defined by interaction of the own field produced by electrically charged matter of electron with free nuclei. The heavy nucleus, appearing inside the area of basic localization of electron, is inevitably deformed because of interaction of protons with the adjoining layers of electronic cloud, which may cause nuclear fission. If there occur «inside» electron two or greater number of light nuclei, an attractive force appears between the nuclei which may result in the fusion of nuclei. The intra-electronic mechanism of nuclear reactions is of a universal character. For its realization it is necessary to have merely a sufficiently intensive stream of free electrons, i.e. heavy electric current, and sufficient number of free nucleus. This mechanism may operate only at small energies of translation of the centers of mass of nuclei and electron. Because of the existence of simple mechanism of nuclear reactions at low energies, nuclear reactor turns out to be an atomic delayed-action bomb which may blow up by virtue of casual reasons as it, apparently, has taken place in Chernobyl. The use of cold nuclear reactions for production of energy will provide mankind with cheap, practically inexhaustible and non-polluting energy sources.

*Keywords:* nuclear reactions at low energies, intra-electronic process, electron, intra-electronic mechanism of nuclear reaction, quantum electrodynamics.

*Статья поступила в редакцию 01.02.2002 г.*