

УДК 539.1.01

## **О стабильности нейтронного вещества и возможности его получения. Проблема "Нулевых элементов" в работах Д. И. Менделеева**

Рязанцев Георгий Борисович - инженер, кафедра радиохимии Химического факультета  
Бекман Игорь Николаевич - д.х.н., профессор, кафедра радиохимии  
Химического факультета  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Д. И. Менделеев допускал существование элементов-Х ("ньютоний") и Y ("короний") перед водородом в нулевой группе периодической системы химических элементов (ПС). Следует напомнить, что Менделеев не ошибся в своих предсказаниях новых элементов. Когда он применил периодический закон (ПЗ) к аналогам бора, алюминия и кремния, у него была полная уверенность в успехе, потому что там все было очевидно для него. Идея же доводородных элементов появилась у него сразу же после открытия ПЗ, но опубликовал он это только перед своей кончиной. Этот вопрос преследовал его практически всю творческую жизнь. Д. И. Менделеев не успел решить эту проблему, а его ученики и последователи постарались забыть ее как "ошибочную". Следует отметить, что после Д. И. Менделеева вопрос о "нулевых" элементах неоднократно поднимался многими авторами как в прошлом, так и в настоящем веках, однако для краткости упомянем лишь самых первых и известных из них: например, Эрнеста Резерфорда в 1920 году и Андреаса фон Антропофф в 1926 году. Антропофф первым предложил термин "нейтроний" для обозначения гипотетического элемента с атомным номером ноль, который он поместил в начало периодической таблицы (ПТ). В настоящее время нейтронная материя, как и нейтронные звезды, является признанной реальностью в астро- и ядерной физике. Нейтронное вещество с позиций общей химии можно классифицировать как химически простое (то есть его нельзя разложить на более простые химическими средствами), тогда неизбежно встает вопрос о соответствующем ему элементе и его месте в ПС. Исходя из логики ПЗ - (порядковое число - электрический заряд) - порядковое число нейтронной материи будет соответствовать нулю, что заставляет вспомнить и развить идеи Дмитрия Ивановича Менделеева о нулевой группе и периоде. На основании трудов Тамма, Хунда и Мигдала утверждается возможность стабильного существования нейтронного вещества на микроуровне, а не только на макроуровне, как сейчас считается в астрофизике. Рассматривается нейтронное вещество в качестве первичного космологического, кандидата на темную материю и его получение в лабораторных условиях на Земле.

**Ключевые слова:** Д. И. Менделеев, периодический закон, ньютоний, короний, нейтроний, нейтронное вещество, нулевая группа и период, темная материя.

## **On the stability of a neutron matter and the possibilities of its production on the Earth. Problem of "Zero elements" in works D. I. Mendeleev**

Ryazantsev G.B., Beckman I.N.  
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

D.I. Mendeleev assumed the existence of elements X ("Newtonium") and Y ("Coronium") in front of hydrogen in the zero group of the periodic system of chemical elements (PS). It should be recalled that Mendeleev was not mistaken in his predictions of new elements. When he applied the periodic law (PL) to analogues of boron, aluminum and silicon, he had complete confidence in success, because everything was obvious to him there. The idea of elements before hydrogen came to him immediately after the opening of the PL, but he published this only before his death. This question haunted him almost his entire creative life. D. I. Mendeleev did not have time to solve this problem, and his students and followers tried to forget it as "erroneous". It should be noted that after D. I. Mendeleev the question of "zero" elements was repeatedly raised by many authors both in the past and in the present centuries, however, for brevity, we only mention the very first and most famous of them: for example, Ernest Rutherford in 1920 and Andreas von Anthroppo in 1926. Anthroppo was the first to propose the term "neutronium" to refer to a hypothetical element with atomic number zero, which he placed at the beginning of the periodic table (PT). At present, neutron matter, like neutron stars, is a recognized reality in astro- and nuclear physics. From the standpoint of general chemistry, a neutron substance can be classified as chemically simple (that is, it cannot be decomposed into simpler ones by chemical means), then the question inevitably arises of the corresponding element and its place in the PS. Based on the logic of the PL - (ordinal number - electric charge) - the ordinal number of neutron matter will correspond to zero, which makes us remember and develop the ideas of Dmitry Ivanovich Mendeleev about the zero group and period. Based on the works of Tamm, Hund and Migdal,

the possibility of the stable existence of neutron matter at the micro level, and not only at the macro level, as is now believed in astrophysics, is stated. Neutron matter is considered as the primary cosmological substance, a candidate for dark matter and its production in laboratory conditions on Earth.

**Keywords:** D.I. Mendeleev, periodic law, newtonium, coronium, neutronium, neutron matter, zero group and period, dark matter.

## 1. Введение

Ранее было показано [1-7], что нейтронное вещество в наше время является конкретной физической реальностью, требующей своего законного места в ПС и изучения не только физических, но и химических, и, возможно, в ближайшем будущем, инженерных и технических свойств. Нейтронным веществом, а точнее соответствующим ему элементом начинается (нулевой период) и заканчивается (сверхкритическими атомами) ПС. Нейтронному веществу дает стабильность уже на микроуровне Тамм-взаимодействие, и оно устойчиво не только на макроуровне (нейтронные звезды) за счет гравитационного взаимодействия, как теперь считают в астрофизике. Возможность нейтронизации показана не только из-за гравитационного взаимодействия, но и посредством других механизмов (сверхкритическое увеличение атомного номера элементов [8] и конденсации ультрахолодных нейтронов [9,10]), так что есть фундаментальная возможность получения нейтронного вещества в земных условиях [1-7]. Нейтронное вещество согласуется с первоначальной концепцией ПЗ и ПС, предложенной Дмитрием Ивановичем Менделеевым [11,12,13].

Нейтронное вещество с позиций общей химии можно классифицировать как химически простое (то есть, его нельзя разложить на более простые вещества химическими средствами или свести к аллотропным модификациям уже известных веществ), тогда неизбежно встает вопрос о соответствующем ему элементе и его месте в ПС. Исходя из логики ПЗ - (порядковое число - электрический заряд) - порядковое число нейтронной материи в ПС будет соответствовать нулю, что заставляет вспомнить и развить идеи Дмитрия Ивановича Менделеева о нулевой группе и периоде. Д. И. Менделеев писал об элементах перед водородом: *«Избранный предмет давно занимал мои мысли, но по разнообразного рода соображениям мне не хотелось еще говорить о нем, особенно же потому, что меня самого не вполне удовлетворяли те немногие выяснения, которые считал могущими выдержать критику, и я все ждал от опытов, которыми намерен был продолжить свои первые попытки, ответов, более обнадеживающих в правильности родившихся умозаключений. Годы однако уходили, дела более настойчивые отрывали, да никто и не затрагивал вопроса, казавшегося мне жгучим, вот я и решился сказать в отношении к нему - что и как умею, ничуть не претендуя на его решение, хотя бы приближенное».* Элементы перед водородом неизбежно попадают в нулевую группу и являются аналогами инертных газов. *«Это положение аргоновых аналогов в нулевой группе составляет строго логическое последствие*

*понимания периодического закона»*, - констатировал Д. И. Менделеев. Он допускал существование элементов-Х ("ньютоний") и Y ("короний") перед водородом в нулевой группе. Следует напомнить, что Менделеев не ошибся в своих предсказаниях новых элементов. Он писал: *«Когда я прилагал периодический закон к аналогам бора, алюминия и кремния, я был на 33 года моложе, во мне жила полная уверенность, что рано или поздно предвидимое должно непременно оправдаться, потому что мне все там было ясно видно. Оправдание пришло скорее, чем я мог надеяться. Тогда я не рисковал, теперь рискую. На это надобна решимость. Она пришла, когда я видел радиоактивные явления ... и когда я осознал, что откладывать мне уже невозможно и что, быть может, мои несовершенные мысли наведут кого-нибудь на путь более верный, чем тот возможный, какой представляется моему слабеющему зрению».*

Д. И. Менделеев не успел решить эту проблему, а его ученики и последователи постарались забыть эту тему как "ошибочную". Современные же знания о нейтронных звездах и нейтронном веществе настойчиво заставляют вспомнить его идеи об элементах перед водородом и утверждать об истинности его гениального предвидения, которое более чем на 100 лет обогнало естествознание его времени.

## 2. Стабильность нейтронного вещества

В нейтронном веществе достаточных размеров (больше слоя полного поглощения) испущенный при распаде электрон захватывается оставшимися протонами, которые, в свою очередь, преобразуются в нейтроны, благодаря чему поддерживается динамическое равновесие системы. На самом деле это соответствует как теории Игоря Евгеньевича Тамма [14], которую он выставил в свое время (1934) чтобы объяснить механизм ядерных сил для обычных ядер, так и идеям Фредерика Хунда [15]. Следует отметить, что теория И.Е. Тамма не была удовлетворительной для обычных атомов (но он сам ценил свою «неудачную» теорию ядерных сил больше, чем нобелевскую работу по черенковскому излучению и считал лучшим своим теоретическим достижением), но она непротиворечива и может быть реализована для нейтронного вещества соответствующего масштаба (200-300 и больше фемтометров), придавая ему дополнительную стабильность.

В сильно взаимодействующих системах существует множество виртуальных частицы и все виды взаимодействий, которые разрешены соображения инвариантности реализуются. Итак, на наш взгляд, «исконная» теория [1,14]  $\beta$ -ядерных сил Игоря Тамма (лептонный обмен между нуклонами), а не только ее модификация Хидеки Юкавой (п-обмен нуклонов), все еще ждет своего признание (потому что, кроме мезонного облака вокруг нуклон, безусловно, есть и другие частицы) и «доминирует» в

нейтронном веществе Вселенной, обеспечивая его стабильность и широкое распространение.

Первоначальное исследование этой проблемы также было дано Фредериком Хундом [15] в первом микроскопическом описании уравнения состояния ядерной материи в бета-равновесии в статье «Вещество при очень высоких давлениях и температурах», только если у Тамма действуют виртуальные электроны, Хунд реализует бета-равновесие полностью реальными частицами, но самое главное, оба механизма способствуют стабильности сверхкритической ( $Z \gg 175$ ,  $N > 10^3 - 10^5$ ) ядерной материи, а в сильно взаимодействующих системах нет принципиальной разницы между виртуальными и реальными частицами.

Именно дополнительное взаимодействие из-за ядерных  $\beta$ -сил, придает стабильность нейтронному веществу уже на микро-уровне, а не только на макро-уровне из-за гравитационное взаимодействие, как это сейчас считается в астрофизике! Возможность существования сверхплотного нейтронного ядра рассматривалась также в работе А. Б. Мигдала [16] «Теория конечных ферми-систем и свойства атомных ядер» в разделе: «Применение Теории конечных ферми-систем в ядерной физике». Мигдал считал: «... нейтронные ядра могут быть стабильными относительно бета-распада и деления, с  $Z \ll N$  и  $N > 10^3 - 10^5$ . Такие ядра можно было бы наблюдать в космических лучах в форме крупных фрагментов». А. Б. Мигдал предложил нейтронные ядра искать в виде экзотических следов в фотографических эмульсиях после воздействия космических лучей.

Теории Тамма, Хунда и Мигдала допускают устойчивое существование гипертяжелых нейтронных ядер при  $Z \gg 175$ ,  $N > 10^3 - 10^5$  и размерами 200-300 и более фемтометров.

Тем не менее, широкое распространение получило мнение, что минимальная масса для устойчивого существования нейтронного объекта равна 0.1 массы Солнца [17]. Считается, что используемые в этом случае уравнения состояний основываются на богатом (?) якобы экспериментальном материале и поэтому дают достаточно точное значение минимальной массы. Сам факт существования минимальной массы нейтронной звезды обосновывают тем, что при низких плотностях нейтроны в силу подверженности бета-распаду не могут быть преобладающим компонентом вещества, а высокая плотность нейтронов в них обеспечивается только гравитационным взаимодействием.

Большинство моделей строения нейтронных звезд основывались на решении уравнения Толмена — Оппенгеймера — Волкова (1939г.). В настоящее время существует несколько десятков моделей, простирающихся от так называемых «мягких» уравнений состояния (выводимых из моделей, в которых при плотностях порядка ядерной средняя энергия взаимодействия отвечает притяжению) до жестких уравнений состояния (получаемых для моделей, в которых уже при плотностях ниже ядерной имеется отталкивание). Поскольку различные модели, отвечающие различным

уравнениям состояния, приводят к достаточно широкому спектру параметров, характеризующих нейтронную звезду, можно было бы надеяться, что точное определение таких параметров позволило бы конкретизировать и само уравнение состояния нейтронного вещества, сам характер межнуклонного взаимодействия.

К сожалению, до настоящего времени не удалось получить уверенные оценки даже основных характеристик нейтронных звезд. Так, точность в определении радиуса  $R$  составляет в среднем 50—100%. На сегодняшний день уравнение состояния не удалось получить и в рамках квантовой хромодинамики. Таким образом, минимальная масса нейтронной звезды считающаяся равной 0.1 массы Солнца получена из крайне приблизительных уравнений с ошибкой 100% и более, как указано во многих работах на эту тему, тем не менее это число широко тиражируется. Основываясь же на выводах из теорий Тамма, Хунда и Мигдала можно ожидать стабильного существования микроскопических нейтронных объектов ( $Z \gg 175$ ,  $N > 10^3 - 10^5$ ) и нейтронных звезд с массой менее 0.1 Солнца. О возможности существования нейтронных объектов гораздо меньших размеров (3-10 м) при определенных условиях писал автор самой концепции нейтронных звезд Фриц Цвикке (ядерные «гоблины» Цвикке [18]). Он считал, что дальнейший анализ материи ядерной плотности важен не только для нашего понимания извержений в звездах, от обычных вспышек звезд до сверхновых, но это также обещает радикально изменить некоторые из нынешних идей по формированию элементов в теории эволюции Вселенной.

Вопрос же о возможности получения нейтронного вещества в лабораторных условиях на Земле отчасти является риторическим. Дело в том, что надо различать два аспекта: моно- (ультрахолодные нейтроны [9]) и полинейтронное (подобное звездному космическому) вещество. Что касается мононейтронного вещества, то оно уже давно получено в Земных условиях, хотя и не является стабильным [10]. Вопрос же о получении полинейтронного вещества предстоит решить в ближайшем будущем [1]. Ситуация сейчас подобна таковой в конце 30-х годов прошлого столетия, когда был сделан прорыв в овладении ядерной энергией, хотя в возможности этого очень многие сомневались.

### 3. Конденсация нейтронов

Следует отметить, что Георгий Антонович Гамов [19] впервые высказался о конденсация холодных нейтронов. Редко упоминают эту идею, которая со временем нашла применение в теории нейтронных звезд. Г.А. Гамов в конце 30-х годов прошлого века показал, что когда нейтронный газ сжимается, новое сверхплотное состояние материи возникает. Основная гипотеза Гамова: «Мы можем предвидеть, что нейтроны, образующие это сравнительно холодное облако постепенно сгущались во все большее и большее нейтральные комплексы...»

В дальнейшем развитии, теория начальной холодной Вселенной была отброшена и вместе с ней забыли идею нейтронной конденсации. Однако, справедливо ли это? Конденсация нейтронов



возможна не только при низкой температуры (ультрахолодные нейтроны), но и при сверхвысоком давлении при температуре ниже критической. В теории Большого взрыва горячей Вселенной образование нуклонов начинается примерно со времени  $t=10^{-5}$  с, температуре  $T=10^{12}$  К и энергии частиц  $E=0.1$  Гэв. При этом подразумевают протоны и нейтроны, но почему-то в основном рассматривают только протоны на предмет возможного термоядерного синтеза. Хотя, если рассчитать плотность вещества на этот момент, то она превышает плотность нейтронной звезды. То есть, в этих условиях подавляющая часть нуклонов будет в виде нейтронов, а не протонов, т. к. выполняются условия нейтронизации.

Более вероятно ожидать возможность коллективной конденсации нейтронов (в массе своей, а не последовательным присоединением отдельных нейтронов, как полагал Гамов и сотрудники) при достижении критической температуры (что является энергетически более выгодным процессом [2]), чем термоядерный синтез из минимального количества протонов в тех же условиях. Фрагментарная конденсация нейтронов вследствие квантово-гравитационной флуктуации плотности происходит с выделением дополнительной энергии, что усиливает образование гипертяжелых стабильных нейтронных ядер, которые и являются источником нерелятивистского темного вещества (нейтральность, фемто-, пико- и нано-размеры, реликтовая охлажденность к нашему времени затрудняют их обнаружение). Наблюдаемая же часть Вселенной образуется из остаточной части протонов и в дальнейшем распавшихся одиночных нейтронов и нестабильных фрагментов нейтронного вещества ( $Z>175$ , но  $N<10^3 - 10^5$ ).

Обычно мы на Земле имеем дело с нейтронным излучением различной энергии, но не с нейтронным веществом. Так было до 1968 г., когда в Лаборатории нейтронной физики под руководством члена-корреспондента АН СССР Федора Львовича Шапиро [9] был поставлен эксперимент, в котором впервые наблюдалось явление удержания в сосудах очень медленных нейтронов, предсказанное академиком Яковом Борисовичем Зельдовичем [10]. Поведение нейтронов, удерживаемых в вакуумированных сосудах, напоминает поведение сильно разреженного газа в сосуде. Такие нейтроны получили название ультрахолодных (УХН). Удержание УХН в сосудах привлекает исследователей возможностью (по сравнению с однократным пролетом нейтрона через экспериментальный объем) наблюдать дольше за этой частицей в экспериментальной установке, что дает существенное увеличение чувствительности и точности экспериментов по изучению взаимодействия нейтронов с полями и веществом.

Например, использование УХН позволило значительно опустить предел существования электрического дипольного момента нейтрона, необходимого для проверки закона сохранения временной четности; более точно измерить время жизни свободного нейтрона до  $\beta$ -распада. Самая главная особенность УХН, что они ведут себя не как

излучение, а как вещество и работать с ними можно как с веществом, подобным разряженному инертному газу. Причем, можно изучать как физические, так и его химические свойства. Физические же свойства уже изучаются, а вот о химии УХН, похоже, вопрос даже и не ставится, т. к. по умолчанию как-то кажется очевидным, что они должны быть подобны инертным газам. Это похоже на правду, но ведь сейчас мы уже хорошо знаем, что и инертные газы, пусть и с трудом, но вступают в химические реакции и образуют, пусть и не устойчивые, но химические соединения. Может ли подобное происходить с УХН? Если исходить из того, что Химия - это только взаимодействие электронных оболочек атомов, как считают многие, то следует категорический отрицательный ответ. Но, если под Химией понимать, более широко, вообще способность микро (нано, пико или даже фемто) - объектов вступать во взаимодействие и образовывать относительно устойчивые соединения, то почему бы и нет?

Да, у нейтронов нет электрического заряда и свободных электронов, так что все представления о возможных классических химических связях (ионная, ковалентная и др.) сразу однозначно отпадают. Но, у нейтронов есть точно магнитный момент и возможно электрический дипольный момент (существенная роль которого хорошо известна в химии), разве это не может послужить способности взаимодействовать с другими объектами и образовывать пусть и не стабильные, но все же наблюдаемые соединения? Например, вполне возможно взаимодействие УХН с молекулами веществ с нечетным числом электронов и вполне реален эксперимент по обнаружению продуктов этого взаимодействия [6]. Если кому-то трудно выйти за пределы понятий традиционной химии, то можно назвать это квази-химией УХН.

Во всём мире активно ведутся разработки новых источников УХН, одни из них основаны на использовании твёрдого дейтерия при температуре 4,5 К (LANL, США; PSI, Швейцария), а другие - на накоплении УХН в сверхтекучем гелии (КЕК-RCNP-TRIUMF, Япония-Канада; ILL, Франция) [20]. Подобные работы интенсивно ведутся и в России: Нейтронная лаборатория в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) и в Петербургском институте ядерной физики (ПИЯФ). В Гатчине, идет работа над созданием высокоинтенсивного источника УХН. С его помощью надеются получить данные, которые дадут ответы на важнейшие вопросы современной физики. Проектируемый источник позволит получить поток ультрахолодных нейтронов (УХН) плотностью  $10^4$  см<sup>-3</sup>, что во много раз превышает максимально достигнутые сейчас плотности [19]. Эта задача - получение интенсивных потоков УХН - сегодня считается одной из приоритетных в нейтронной физике. Все большее и большее увеличение плотности УХН неизбежно приведет к постановке вопроса об их возможной конденсации и получению конденсированного нейтронного вещества в лабораторных условиях, подобного космическому.

Не так давно был совершен решающий прорыв в новую область: создан радикально новый вид материи, так называемые, бозе-конденсаты атомов вещества. Возможны ли - конденсаты нейтронные? Конденсаты, плотность и прочность которых будут сравнимы плотностью и прочностью атомных ядер. Иначе говоря, насколько близко сегодня подошли к рубежу создания в лаборатории космического нейтронного вещества?

Нобелевской премии по физике 2001 года удостоены исследователи Эрик А. Корнелл (Eric A. Cornell), Вольфганг Кеттерле (Wolfgang Ketterle) и Карл Е. Вейман (Carl E. Wieman) за получение и исследование свойств пятого состояния вещества - бозе-эйнштейновского конденсата, они смогли получить первый бозе-конденсат [21]. Это удалось сделать с помощью развитых незадолго перед этим методов сверхохлаждения частиц лазерными пучками и магнитным полем. Бозе-конденсат атомов получили в виде, удобном для исследований и лабораторного анализа. Вскоре сообщения о получении бозе-конденсатов различных атомов посыпались отовсюду. Активности ученых сильно способствовал и тот факт, что установки по получению бозе-конденсатов оказались сравнительно недорогими - эксперименты шли полным ходом во многих странах. Вскоре были найдены и методы получения бозе-конденсатов частиц полуполого спина, фермионов, к классу которых относятся и нейтроны. В них частицы соединяются попарно, собираясь затем в бозе-конденсат. Нейтроны по многим свойствам близки к легчайшим атомам. Например, масса нейтрона практически равна массе атома водорода, бозе-конденсат которого был получен Кеттерле в 1997 году. Но, в отличие от атомарных бозе-конденсатов, естественному сжатию которых при бозе-конденсации ставят неодолимое препятствие их электронные оболочки, сжатию нейтронного бозе-конденсата не мешает ничто. В таком конденсате газ УХН - образует пары с противоположными спинами, при достижении критической плотности и температуры, самопроизвольно сожмется до почти ядерной плотности, когда в дело вступят ядерные силы, образовав устойчивое состояние - конденсированное нейтронное вещество. Если в Космосе стабильное полинейтронное вещество образуется при сверхвысоких давлениях, то на Земле его получат при ультранизких температурах при достаточной концентрации УХН, к получению которых рано или поздно придут исследователи.

#### 4. Заключение

Таким образом, нейтронное вещество в наше время - это вполне конкретная физическая реальность, настоятельно требующая своего законного места в ПС и изучения не только физических, но и химических, а возможно уже в недалеком будущем, и инженерно-технических свойств. Нейтронным веществом, вернее элементом ему соответствующим, начинается (нулевой период)

и заканчивается (закритические атомы) ПС элементов. Нейтронному веществу придается устойчивость уже на микро-уровне за счет дополнительного (Тамм, Хунд, Мигдал) взаимодействия, а не только на макро-уровне за счет гравитационного взаимодействия, как сейчас считается в астрофизике. Показана возможность полинейтронизации не только из-за гравитационного взаимодействия, но и по другим механизмам (сверхкритическое увеличение порядкового номера элементов и конденсация УХН), таким образом, существует принципиальная возможность получения нейтронного вещества и в Земных условиях (при  $Z \gg 175$ ,  $N > 10^3 - 10^5$  и размером 200-300 и более фемтометров). Нейтронное вещество необходимое звено связывающее (перекидывающее мост) от микро - к макро- и мега-Миру, от свободного нейтрона до нейтронных Звезд и Черных дыр. Такое экстремально сконцентрированное вещество представляет собой термодинамически и статистически наиболее стабильное состояние материи как таковой. Это вещество может быть представлено как множество плотно упакованных нейтронов, с рассеянными остаточными протонами и электронами среди них.

Сейчас считается, что почти все химические элементы появились в «термоядерных реакторах» звезд и сверхновых. Большой взрыв подготовил лишь топливо для них: несколько легчайших элементов. Львиная доля пришлась на водород, который до сих пор (и с большим отрывом) остается самым распространенным во Вселенной. Однако в небольших количествах и гелий, и бериллий, и литий образовались тогда же.

Теоретики с неплохой точностью объяснили, почему они сформировались в том или ином количестве. За одним исключением: содержание во Вселенной лития современным моделям предсказать не удастся. Изотопа лития-7 втрое меньше, чем получается в теории, а лития-6 - на несколько порядков больше. Эта не стыковка остается настоящей головной болью космологии: «подогнать» модели Большого взрыва под нее не удастся, а некоторые подходящие объяснения ставят под вопрос сам Большой взрыв.

Таким образом, необходимо учитывать возможность образования фрагментов нейтронной материи в качестве темного вещества (нейтральность, фемто-, пико- и нано-размеры, реликтовая охлажденность затрудняют их обнаружение) уже в начальные моменты рождения Вселенной, что является доминирующим процессом, а не термоядерный синтез из первоначального незначительного количества протонов. Далее по мере охлаждения процесс идет по общепринятому сценарию. Нейтронное вещество непротиворечиво вписывается в изначальную концепцию Периодического закона и системы выдвинутую Дмитрием Ивановичем Менделеевым, 150-летие которых мы недавно отмечали [1,2,11].

#### Литература:

1. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I. N., Buntseva I. M. , Nedovesov S. S., CONDENSATION OF COLD NEUTRONS – IDEA OF G.A.GAMOW. CHEMICAL PROPERTIES OF THE NEUTRON MATTER AND ITS PLACE IN THE PERIODIC SYSTEM OF ELEMENTS // Odessa Astronomical Publications, 2018,vol. 31, P. 33-37
2. Ryazantsev G.B., Beckman I.N., Lavrenchenko G.K., Buntseva I. M. , Nedovesov S.S. DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF NUCLEAR EXCHANGE BETA-FORCES. ON THE POSSIBILITY OF OBTAINING NEUTRON SUBSTANCE IN LABORATORY CONDITIONS // ISINN-26. 26th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei. Dubna, JINR, Russia, 2019,P. 37-44
3. Рязанцев Г.Б., Лавренченко Г.К. Современный взгляд на «нулевые» в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева // Технические газы. 2014, №1. С. 3-10
4. Рязанцев Г.Б., Лавренченко Г.К. Нейтронное вещество как «начало» и «конец» Периодической системы Д.И. Менделеева // Технические газы. 2016, №4. С. 41-49
5. Рязанцев Г.Б. Проблема "нулевых" в работах Менделеева // Наука и жизнь, 2014, № 2, С. 76-80 <http://www.nkj.ru/archive/articles/23734/>
6. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Khaskov M.A., Beckman I.N., CHEMICAL PROPERTIES OF THE NEUTRON MATTER AND ITS PLACE IN THE PERIODIC SYSTEM OF ELEMENTS //ISINN-24. 24th International Seminar on Interaction of Neutron with Nucle. Dubna, JINR, Russia, 2017, P. 65-74
7. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I.N., Buntseva I.M., CONDENSATION OF COLD NEUTRONS – IDEA OF G.A.GAMOW. ON THE POSSIBILITY OF OBTAINING ANEUTRON SUBSTANCE IN LABORATORY CONDITIONS //18-th Gamow Summer School. Odessa, Ukraine, Abstrats , 2018, P.15
8. Зельдович Я.Б., Попов В.С.Электронная структура сверхтяжелых атомов//УФН,1971,105,С. 403-440
9. Шапиро Ф.Л. Нейтронные исследования // Собрание трудов. Москва: Наука, Кн. 2: . 1976. -348 с
10. Игнатович В.К. Ультрахолодные нейтроны – открытие и исследование // УФН, 1996,т. 166, №3,С.303-324 [file:///C:/Documents%20and%20Settings/User/Мои%20документы/r963d%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/User/Мои%20документы/r963d%20(1).pdf)
11. Менделеев Д.И. Периодический закон // Сочинения. Л.-М.,Т.2, 1934.; Под редакцией А.Н. Баха, Б.Н. Выропаева, И.А. Каблукова и др.- Л.: Госхимтехиздат. 520 с.
12. Менделеев Д.И. Границ познания предвидеть невозможно. Собрание работ. Составитель Ю.И.Соловьев. М., 1991
13. Добротин Р.Б. и др. Летопись жизни и деятельности Д.И.Менделеева. Отв. ред. Сторонкин А.В., Л.: Наука, 1984
14. Тамм И.Е. Теория ядерных сил и атомного ядра // Собрание научных трудов, т.1, из-во «Наука», М., 1975, С. 283-326
15. Hund F., Materie unter sehr hohen Drucken und Temperaturen // Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. 1936, 15, 189-228
16. Мигдал А.Б. Теория конечных Ферми систем и свойства атомных ядер, издание второе, переработанное и дополненное, М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983, с.54
17. Потехин А.Ю., Физика нейтронных звезд. // УФН, 2010, т. 180, №12, С.1279-1304
18. Zwicky F., NUCLEAR GOBLINS AND FLARE STARS // Publications of the Astronomical Society of the Pacific. Printed in U.S.A., 1958, 70, № 416, P. 506-508
19. Gamow G., Expanding Universe and the Origin of Elements // Phys. Rev.,1946, 70, 572
20. Serebrov A.P., Boldarev S.T., Erykalov A.N. et al. Supersource of ultracold neutrons at WWR-M reactor in PNPI and the research program on fundamental physics // Physics Procedia. 2011, 17. 251-258
21. Корнелл Э.А., Виман К.Э., Кеттерле В. "Нобелевские лекции по физике – 2001" // УФН, 2003, 173, №12, С.1319-1337 <http://ufn.ru/ru/articles/2003/12/c/>