**Вода - энергоноситель, способный заменить нефть.**

Николай Васильевич Косинов

**Введение**

Нефть, уголь и природный газ являются основными энергоносителями, заменитель которым еще не найден. Все они являются продуктами Солнца, за миллионы лет накопившиеся на Земле. Сжигание этих энергоносителей с целью получения энергии является основным фактором загрязнения окружающей среды. Природные запасы углеродсодержащих энергоносителей, на образование которых ушли миллионы лет, стремительно истощаются. В связи с этим, по мере роста потребностей общества в энергии, проблема обеспечения энергией все болше обостряется. Существующие способы получения энергии, как тепловой, так и электрической, основанные на сжигании природных энергоносителей, являются губительными для биосферы Земли. Атомная энергетика имеет нерешенную проблему захоронения и утилизации опасных отходов. Все меньше надежд у ученых на успешную реализацию программы управляемого термоядерного синтеза. Решение этой задачи многократно уже отодвигалось на более поздние сроки и теперь видят ее решение не ранее 2050 года. Технологии аккумулирования солнечной энергии пока еще не получили широкого применения, поэтому они не могут выступать альтернативой сжиганию природных энергоносителей.

Как видим, мир еще не нашел экологически чистой энергии и не знает способы ее получения безопасные для биосферы несмотря на огромнейшие затраты на эти цели. Причиной является то, что поиски ведутся в традиционных направлениях, которые в рамках сложившихся представлений, могут привести лишь к небольшим "косметическим" доработкам существующих подходов и не способны вывести на прорывные решения. Прорывным можно считать такое решение, которое позволит найти неисчерпаемый источник энергии, способный заменить нефть, уголь и газ, но, в отличие от последних, не загрязняющий окружающую среду. Стремительное истощение природных энергоносителей выводит задачу поиска принципиально новых способов получения энергии на первый план.

Если проанализировать наиболее эффективные технологии получения энергии, используемые в настоящее время, то можно увидеть определенную закономерность. Суть ее состоит в следующем. На конечной стадии всей цепи энергетических преобразований в современных способах получения энергии появляется новое вещество. Причем, это вещество становится, как правило, более опасным для биосферы, чем исходный энергоноситель. Это является общим признаком для современных способов получения энергии. Это относится и к энергетике, основанной на сжигании природного топлива, и к атомной энергетике, и к ядерному синтезу. Мир уже свыкся с мыслью, что для получения энергии нужно воздействовать на вещество и на конечной стадии вместе с энергией получать, как неизбежное зло, новое вещество. Более того, такой путь считается чуть ли не единственно возможным. А так ли это? Задача состоит в том, чтобы найти новый энергоноситель и совершенно новые способы получения энергии, свободные от традиционной схемы: "вещество в начале энергопреобразваний – энергия и новое вещество в конце энергопреобразваний".

Очевидно, альтернативой существующим способам получения энергии могут стать только такие, в которых на конечной стадии энергетических преобразований не будет появляться опасное вещество или даже будет совсем отсутствовать вещество, как таковое. Такую задачу уже ставят перед собой ученые. Особенно большой интерес к проблеме новой энергии проявляет космическое агенство США NASA. NASA ставит такие задачи, которые, на первый взгляд, могли бы показаться фантастическими. В 1997 году было проведено заседание рабочей группы, на котором рассматривались новые подходы для достижения научного прорыва в космических исследованиях на основе создания двигателей, не требующих запасов горючего на борту. Рассматривались новые методы получения энергии, в том числе энергии физического вакуума, которые могли бы обеспечить научный прорыв в области создания ракетных двигателей, работающих на новых принципах [14, 15].

**1. Сравнение эффектичности современных способов получения энергии.**

Основные современные способы получения энергии основаны на химических или ядерных реакциях. В таблице 1 для сравнения приведены приближенные значения удельного энергетического выхода для различных способов получения энергии.

Табл. 1.

Удельный энергетический выход в различных способах получения энергии.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Сжигание углеродсодержащих энергоносителей. | C + O2 → 0.0046 MeV + CO2 |
| 2. | Распад атомных ядер. | U235 → 0.85 MeV + ядерные отходы |
| 3. | Термоядерный синтез. | D + T → 4He + 17.6 MeV |

Наименее эффективны способы получения энергии, основанные на сжигании топлива. Атомная энергетика имеет на несколько порядков лучшие показатели. Наиболее эффективным сейчас считается управляемый термоядерный синтез. Во всех приведенных способах процесс получения энергии сопровождается появлением веществ, небезопасных для биосферы. Исходные химические элементы никуда не деваются, а образуют новые химические или ядерные соединения, которые остаются в виде отходов или попадают в атмосферу. Как видим, наиболее распространенный способ, основанный на сжигании энергоносителей, имеет очень малый энергетический выход и вдобавок очень сильно загрязняет окружающую среду. Не являются идеальными и другие способы получения энергии.

Решение проблемы экологической безопасности видят в использовании водорода в качестве энергоносителя. Водород привлекателен тем, что при его сжигании образуется вода – совершенно безопасное вещество. Считается, что по экологической безопасности у водорода нет конкурентов. Однако реализация этой задачи сдерживается большими энергозатратами на получение водорода из воды. Если нефть, газ и уголь - это готовые энергоносители, то водород в чистом виде на Земле отсутствует. Чтобы получить водород его необходимо добыть из воды, на что затрачивается электроэнергия, ранее полученная путем сжигания все тех же традиционных энергоносителей. Поэтому, экологически чистому использованию водорода все равно предшествует экологически опасный способ получения энергии для разложения воды. На рис. 1 приведена схема энергопреобразований при получении и сжигании водорода.

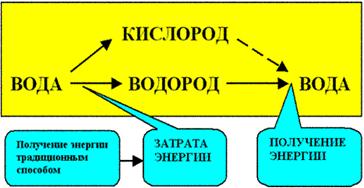


Рис. 1. Схема энергопреобразований при получении и сжигании водорода.

Для того, чтобы водородная энергетика состоялась, нужно, чтобы полученная энергия при сжигании водорода намного превышала затраченную энергию на его получение. Пока эта задача не решена.

Как видим, все традиционные способы получения энергии подпадают под упомянутую выше схему: "вещество в начале энергопреобразований - энергия и новое вещество в конце энергопреобразований". Новое вещество создает серьезные проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды. Не является идеальной в этом плане и водородная технология. Учитывая, что удельный энергетический выход в процессах, основанных на химических реакциях, чрезвычайно мал, то становится понятным, что решение энергетической проблемы необходимо искать на других направлениях. Задача состоит в том, чтобы найти новые способы получения энергии, свободные от недостаков традиционных технологий.

**2. Внутренняя структура протона.**

Во второй половине прошлого века теоретическая физика пришла к выводу о возможности распада протона [2, 3]. Распад протона представляет собой очень заманчивое явление для цели получения экологически чистой энергии. Протон был открыт в начале 20-х г.г. прошлого века в экспериментах с альфа-частицами. В опытах по рассеянию на протонах электронов и гамма-квантов были получены доказательства существования внутренней структуры у этой частицы. В 1970 г. в Стенфордском центре линейного ускорителя удалось в эксперименте получить прямое свидетельство того, что протон действительно обладает внутренней структурой [1]. Однако, до сих пор отсутствует понимание, на каких принципах строится механизм формирования структуры протона. Из-за этого у протона остается много нераскрытых тайн. Непонятно его происхождение, неизвестна причина его стабильности. Не находит объяснение природа его массы, равная 1836,1526675(39) электронным массам. Из всех тяжелых частиц протон является единственной стабильной частицей. Эта частица является основой всех сложных вещественных образований Вселенной. Мир своим существованием обязан протону. Есть все основания полагать, что раскрытие его внутренней структуры откроет доступ к новым способам получения энергии. Освоение энергии протона может стать важнейшим фактором в решении энергетической проблемы.

Теория внутренней структуры протона изложена в [6, 8, 10], где показано, что структура протона представляет собой фрактальную конструкцию. Фрактал, выявленный в струтуре протона, отражает детерминированный процесс его образования. Открытие фрактальной закономерности образования протона, позволило получить важные характеристики элементарных частиц расчетным путем. В [6, 8, 10] определены фрактальные структуры различных элементарных частиц и найдено математическое описание фрактала протона.

Этапы и закономерность формирования структуры протона приведены на рис. 2. Формирование полной структуры протона происходит за десять шагов структурообразования, что представлено «фрактальным треугольником» [10].

P1 = 1+1

P2 = (2+1)

P3 = 2(2+1)+1

P4 = 2(2(2+1)+1)+1

P5 = 2(2(2(2+1)+1)+1)+1

P6 = 2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1

P7 = 2(2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1)+1

P8 = 2(2(2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1

P9 = 2(2(2(2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1

P10 = 2(2(2(2(2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1

P11 = 2(2(2(2(2(2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1

Рис. 2. Десять этапов формирования структуры протона.

На рис. 2 Рn – количество ветвей фрактала, адекватных зарядово-сопряженным вещественным образованиям. Фрактал протона имеет перекрывающиеся самоподобные структуры различного масштаба. Общая структура представляет собой переплетающийся узор, где завершающий фрагмент субструктуры низшего порядка является одновременно началом субструктуры более высокого порядка (рис. 3). Невозможно отделить или изъять из общей структуры повторяющуюся самоподобную субструктуру, не разрушая при этом весь переплетающийся узор (рис. 3). Протон имеет 10 самоподобных внутренних субструктур, повторяющих в масштабе первичную ячейку фрактала.

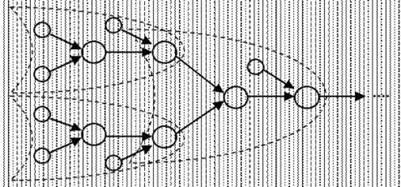


Рис. 3. Фрагмент самоподобной внутреннней структуры протона.

Внутренняя структура протона образуется системой последовательных вложений, основанной на едином алгоритме. На каждом структурном уровне фрактальная субструктура повторяет фрактал предыдущего уровня. Исследование фрактала протона показывает, что внутренняя структура протона имеет квантованность, пространственную упорядоченность и иерархию внутренего строения. Для внутренней струтуры протона свойственна определенная иерархия характерных частот. Таким образом, наряду с пространственной упорядоченностью, которая проявляется в фрактальной структуре протона, существует и временная упорядоченность, которая проявляется в характерных частотах.

Фрактал протона позволил получить теоретическим расчетом фундаментальную константу протона mp/me =1836,1526, что указывает на экспериментальное подтверждение теории внутренней структуры протона [6,8,10]. Раскрытие закономерности внутренней структуры протона дает ключ к пониманию причины его исключительной стабильности и открывает доступ к новым способам получения энергии.

**3. Индуцированный распад протона.**

Теория внутренней структуры протона указывает на то, что возможен процесс индуцированного распада протона. Существуют условия, при которых протон теряет устойчивость. Если внешнее энергетическое воздействие превысит внутреннюю энергию, определяющую стабильность протона, то возможна деструктуризация частицы. Условием, приводящим к реализации такого процесса, является сообщение протону энергии, которая должна превышать определенную пороговую величину [8].

Из фрактала протона следует, что энергия протона разделяется на две составляющие. Первая составляющая представляет собой суммарную энергию покоя вещественных образований, участвующих в формировании структуры протона.Вторая составляющая представлена слагаемыми, которые задают величину энергии, определяющую стабильность протона. Фрактальный закон формирования внутренней структуры протона позволил открыть новую безразмерную физическую константу (P), относящуюся к внутренней структуре протона [6, 11, 13]. Эта константа фрактальной структуры протона, она отражает степень его устойчивости. Ее значение равно: P=210,8473325(39). Константа фрактальной структуры протона P представляет собой десятикомпонентный дискретный ряд чисел. Десятикомпонентному дискретному ряду константы фрактальной структуры протона P соответствует дискретный ряд внутренней энергии протона. Эта энергия определяет степень устойчивости протона. Значение энергии равна 107,7427553(65) МэВ и составляет около 11,5% от энергии покоя этой частицы [6, 8, 11]. Исследования показали, что эта энергия представляет собой набор дискретных уровней и содержит 10 составляющих:

E = 54,9 + 20,35 + 13,35 + 8,23 + 4,84 + 2,84 + 1,62 + 0,87 + 0,48 + 0,26 (МэВ) = 107,74 МэВ.

Это важнейшая характеристика протона, знание которой является ключевым моментом для реализации нового способа получения энергии. Если протону сообщить дополнительную энергию (≈108 MэВ), то он станет нестабильным и распадется на легкие частицы, имеющие очень малое время жизни, в результате чего произойдет полное его превращение в энергию. Отметим следующую важную особенность индуцированного распада протона, связанную с его фрактальным строением. Прямое сообщение протону энергии 107,74 МэВ, например, путем его ускорения, не приведет к его распаду, поскольку дополнительная энергия должна быть структурирована в соответствии с фрактальным законом внутреннего строения протона.

В формировании структуры протона принимают участие зарядово-сопряженные частицы. В формировании структуры протона реализован рекурсивный алгоритм [4, 8, 10]. Процесс деструктуризации протона также подчиняется рекурсивному алгоритму. Из фрактала протона следует, что при деструктуризации частицы также будут появляться зарядово-сопряженные частицы в результате распада промежуточных частиц.

На рис. 4 приведен "перевернутый фрактальный треугольник", отражающий динамику индуцированного распада протона.

P1 = 2(2(2(2(2(2(2(2(2(2+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1)+1

P2 = 2(2(2(2(2(2(2(2(2+l)+l)+l)+l)+l)+l)+l)+l)+l

P3 = 2(2(2(2(2(2(2(2+l)+l)+l)+l)+l)+l)+l)+l

P4 = 2(2(2(2(2(2(2+l)+l)+l)+l)+l)+l)+l

P5 = 2(2(2(2(2(2+l)+l)+l)+l)+l)+l

P6 = 2(2(2(2(2+l)+l)+l)+l)+l

P7 = 2(2(2(2+l)+l)+l)+l

P8 = 2(2(2+l)+l)+l

P9 = 2(2+l)+l

P10 = (2+1)

P11 = 2

Рис. 4. Перевернутый фрактальный треугольник, отражающий динамику индуцированного распада протона.

Распад протона происходит за десять шагов и реализуется по фрактальному алгоритму. Все промежуточные вещественные образования, значение массы которых находится в промежутке между массой электрона и массой протона неустойчивы и имеют конечное время жизни. Протон проходит процесс деструктуризации путем десятишаговой цепочки превращений, порождая промежуточные вещественные образования, пока не появятся зарядово-сопряженные частицы минимальной структурной сложности, после чего происходит полное превращение вещества в энергию [6, 8, 12].

Схему индуцированного распада протона можно представить в виде (рис. 5):



Рис. 5. Схема индуцированного распада протона.

Индуцированный распад протона – это новый физический эффект, с которым непосредственно связана физическая константа фрактальной структуры протона P. При индуцированном распаде протона на конечной стадии энергопреобразований не появляется опасное для биосферы вещество. В данной схеме энергопреобразований отсутствуют реакции синтеза, а вместо них реализуется реакция деструктуризации вещества посредством индуцированного распада протона. В результате высвобождается энергия, содержащаяся в протоне. Эта энергия огромна! Преобразование вещества в энергию позволяет получать беспрецедентно высокие уровни энергии и сделать процесс получения энергии экологически чистым. Новая схема энергопреобразований выглядит так: "вещество в начале энергопреобразований –энергия в конце энергопреобразований".

**4. Цепная реакция индуцированного распада протонов.**

Как отмечалось выше, доля энергии, обеспечивающая устойчивость протона, составляет величину около 11,5 % от его энергии покоя. Расчеты показывают, что энергии одного протона достаточно для того, чтобы при распаде инициировать распад еще 8 протонов. При соответствующих условиях возможна цепная реакция индуцированного распада протонов, которая может поддерживаться и развиваться за счет деструктуризации вещества. При этом будет происходить генерация зарядово-сопряженных частиц, имеющих массу меньше, чем у протона. Необходимым условием, при котором возникает цепная реакция распада протонов, является получение ими дополнительной энергии не менее 107,74 МэВ на один протон. Все промежуточные зарядово-сопряженные частицы неустойчивы. При достаточном количестве зарядово-сопряженных пар суммарная энергия их рекомбинации может превысить энергию 107,74 МэВ, что является достаточным для инициирования распада другого протона. При этом возможна самоподдерживающаяся цепная реакция индуцированного распада протонов. На рис. 6 приведена схема цепной реакции индуцированного распада протонов.

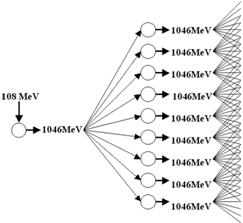


Рис. 6. Схема цепной реакции индуцированного распада протонов.

Цепную реакцию индуцированного распада протонов можно реализовать в водородсодержащей среде. Идеальной средой для этой цели является вода. На рис. 7 приведена схема энергопреобразований в способе получения энергии при индуцированном распаде протонов. В качестве остаточного вещества будет выделяться кислород.



Рис. 7. Схема энергопреобразований в способе получения энергии, основанном на индуцированном распаде протонов.

**5. Новая энергетическая концепция.**

В реакциях деления и синтеза ядер в тепло и излучение превращается от 0,1 до 0,5 процента вещества. При химических реакциях эта величина составляет всего лишь одну десятимиллионную часть (10-7) [5]. При распаде каждый протон выделяет около 938 MэВ энергии. При этом происходит полное превращение его в энергию без образования остаточного вещества. В таблице 2 приведены приближенные значения показателей эффективности различных способов получения энергии по отношению к способам, основанным на химических реакциях.

Табл. 2.

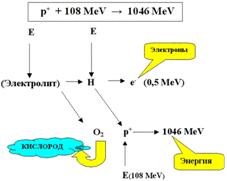
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Способы получения энергии | Удельная энергоэффективность | Показатели превышения |
| Индуцированный распад протона | p+ → 938 MeV | 105 |
| Управляемый термоядерный синтез | D + T → 17.6 MeV | 103 |
| Распад атомных ядер | U235 → 0.85 MeV | 102 |
| Сжигание энергоносителей | C + O2 → 0.0046 MeV | 1 |

Способ получения энергии, основанный на индуцированном распаде протонов по удельной энергоэффективности почти на 2 порядка превосходит термоядерный синтез и на 5 порядков (!) превосходит традиционный способ, основанный на сжигании топлива. Поскольку при сжигании 1кг нефтепродуктов выделяется 39-44 МДж энергии, а 1 г водорода при распаде протона способен дать 1027 МэВ энергии, то по энергетической эффективности 1 кг воды эквивалентен 105 тоннам нефти. В результате, вода становится самым дешевым и неисчерпаемым энергоносителем (рис. 8):

|  |
| --- |
| 1 кг воды эквивалентен 105 тоннам нефти. |

Рис. 8. Вода – самый эффективный энергоноситель.

Такие беспрецедентные возможности нового энергоносителя позволяют определить новую энергетическую концепцию, в которой вода выступает в качестве заменителя традиционных энергоносителей. Новый способ получения энергии основан на индуцированном распаде протонов водорода, содержащихся в воде. На рис.9 показана схема способа получения энергии из воды, основанном на индуцированном распаде протонов водорода.



В новом способе получения энергии вместо реакций синтеза вещества реализуется индуцированный распад протонов водорода. Энергетическое воздействие на протоны водорода осуществляется квантами энергии и соответствует 10-ти шаговой сетке энергетических уровней. Поскольку все элементарные частицы, на которые распадается протон, являются неустойчивыми, то такая схема не приводит к появлению опасных веществ на конечной стадии энергопреобразований. Остаточным веществом в процессе энергопреобразований является кислород. Это делает способ экологически чистым. Другим достоинством нового способа является беспрецедентно высокий энергетический выход. Удельный энергетичекий выход более чем в 1000 раз превышает возможности атомной энергетики и в десятки раз превышает возможности термоядерного синтеза, оставаясь при этом экологически чистым способом. Способ позволяет получать тепловую и электрическую энергию. Вода одновременно выступает в роли энергоносителя и является расходуемым веществом.

**6. Концепция создания генератора энергии на эффекте индуцированного распада протона.**

Реализация приведенной выше схемы энергопреобразований обеспечивается соответствующей конструкцией реактора генератора и электронным воздействием на электропроводную жидкость. Индуцированный распад протонов создает условие для получения энергии на выходе больше, чем затрачено первичным источником энергии для инициации распада протонов. Добавочная энергия берется не из ниоткуда, а высвобождается внутренняя энергия протонов водорода. Как показано выше, эта энергия огромна.

Необходимым условием для распада протона является создание определенной плотности энергии в локальной зоне пространства, так чтобы на один протон приходилось 107,74 МэВ энергии. Достаточным условием является реализация воздействие, которое осуществляется в соответствии с десятишаговой энергетической сеткой. Для получения электричества в устройстве производится разделение зарядово-сопряженных частиц в энергонасыщенной локальной зоне реактора. И необходимое, и достаточное уловия обеспечиваются соответствующей конструкцией реактора генератора и электронным блоком управления.

Для получения необходимой плотности энергии выбрана сферическая форма реактора. Высокая плотность энергии, необходимая для распада протона, достигается в центре сферы. В генераторе используется электропроводная жидкость на водной основе. Жидкость выполняет двойную функцию. Она является одновременно и энергоносителем и средой, в которой осуществляется воздействие на протоны водорода с целью высвобождения запасенной в них энергии. В новом способе находят решение как задача получения чрезвычайно высоких уровней энергии, так и проблема экологической чистоты самого процесса получения энергии. Схема генератора приведена на рис. 10.

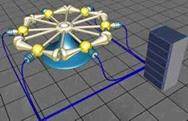
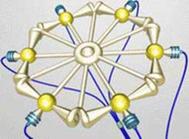
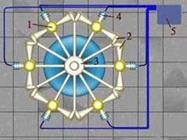


Рис. 10. Схема генератора электрической энергии на основе эффекта индуцированного распада протона. 1 – реактор, 2 – ускорительные конусы, 3 – смеситель, 4 – электронный узел, 5 – блок управления.

Генератор представляет собой электронно-механическую систему, в которой узлы своим конструктивным исполнением создают условия для индуцированного распада протона.

Энергетика будущего не будет ориентироваться на энергетические гиганты, потребляющие полезные ископаемые и загрязняющие биосферу. Нефть, газ, уголь и уран закончатся. Тогда автономные, компактные генераторы энергии, использующие воду в качестве «топлива», размещаемые непосредственно у потребителя, позволят получать необходимое количество энергии и обеспечат экологическую чистоту процесса получения энергии.

**Выводы.**

1. Предложен новый способ получения энергии по эффективности в несколько десятков раз превышающий возможности управляемого термоядерного синтеза.

2. В основу способа положен новый физический эффект – индуцированный распад протона.

3. Индуцированный распад протона делает воду неисчерпаемым и самым эффективным энергоносителем и открывает путь к решению энергетической проблемы.

4. Вода становится самым эффективным видом топлива, способным заменить нефть, уголь, природный газ, уран.

5. Многие вещества, которые традиционно не считались энергоносителями, потенциально могут стать самыми эффективными энергоносителями.

**Список литературы**

1. М. Жакоб, П. Ландшофф. Внутренняя структура протона. УФН, т. 133, вып. 3, 1981.

2. Я.Б. Зельдович. Теория вакуума, быть может, решает проблему космологии. УФН, т. 133, вып. 3, 1981.

3. А.Д. Сахаров. Нарушение СР-инвариантности. С-симметрия и барионная асимметрия Вселенной. Письма в ЖЭТФ, т.5, 1967, с. 33-35.

4. А.В. Анисимов. Информатика. Творчество. Рекурсия. К., Наукова думка, 1988.

5. А. Проценко. Энергия будущего.- М.: Мол. гвардия, 1985. - 222 с.

6. Н.В. Косинов.Эманация вещества вакуумом и законы структурогенеза. Физический вакуум и природа, N1, 1999, с. 82-104.

7. Н.В. Косинов. Физический вакуум и гравитация. Физический вакуум и природа, N4, 2000, с. 40-69.

8. Н.В. Косинов. Происхождение протона. Физический вакуум и природа, N3, 2000, с. 98-110.

9. Косинов Н.В. Пять универсальных суперконстант, лежащих в основе всех фундаментальных констант, законов и формул физики и космологии. Актуальные проблемы естествознания начала века. Материалы международной конференции 21 - 25 августа 2000 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб.: "Анатолия", 2001, с. 176 - 179.

10. Косинов Н.В. Сколько физических констант являются истинно фундаментальными? Материалы VII Международной конференции 19-23 августа 2002 г. Пространство, Время, Тяготение. Санкт-Петербург, Россия. СПб.: "ТЕССА", 2003. - 522 с.

11. Косинов Н.В. Законы унитронной теории физического вакуума и новые фундаментальные физические константы. Физический вакуум и природа, №3, 2000, с. 72 - 97.

12. Косинов Н.В. Фрактальные закономерности в физике микромира. Физика сознания и жизни, космология и астрофизика, N4, 2003, с. 45-56.

13. Н.В. Косинов. Константные базисы физических и космологических теорий. Физический вакуум и природа. №5, 2002, с. 69 – 104.

14. Millis, M. Challenge to Create the Space Drive, Journal of Propulsionand Power , 13:577-582, 1997.

15. M. Millis, "Breakthrough Propulsion Physics Workshop Preliminary Results", NASA Lewis Research Center, http://www.lerc.nasa.gov/WWWbpp/BPPWrkshp/.