

---

# НАУКА XXI ВЕКА

Август 2019

Ежемесячное научное издание

«Редакция журнала "Наука XXI века"»

Москва 2019

---

Наука XXI века  
Август 2019

Ежемесячное научное издание.

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ №ФС77-65928 от 06 июня 2016 г.

Адрес редакции:  
123317, г. Москва, ул. Тестовская, д. 10  
E-mail: [info@nauka21veka.ru](mailto:info@nauka21veka.ru)

Главный редактор Иванов Владимир Владимирович

Адрес страницы в сети Интернет: [nauka21veka.ru](http://nauka21veka.ru)

Публикуемые статьи рецензируются  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей  
Ответственность за достоверность изложенной в статьях информации  
несут авторы  
Работы публикуются в авторской редакции  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна

© Авторы статей, 2019  
© Редакция журнала "Наука XXI века", 2019

---

## Содержание

<b>Содержание</b>	<b>3</b>
<b>Технические науки</b>	<b>4</b>
Разработка сайта отдела культуры Дубовского района	4
<b>Физико-математические науки</b>	<b>8</b>
К Теории Всего. Феноменология	8
To the Theory of Everything. Phenomenology	11
Трение высокоэнтропийных сплавов и толщина их поверхностного слоя	14

## Разработка сайта отдела культуры Дубовского района

**Андрянов Никита Сергеевич**  
Студент ВИТИ НИЯУ МИФИ  
ВИТИ НИЯУ МИФИ в г. Волгодонске  
E-mail: [rostovsuper.1@yande.ru](mailto:rostovsuper.1@yande.ru)

В данной научной статье описан процесс по разработки сайта. Тема работы была актуальной на момент ее написания, т.к. у данной организации не было своего собственного сайта, который бы соответствовал требуемым нормам Информационной политики. На новом сайте все ошибки были соблюдены, и был доступен для ознакомления жителей района о прошедших, текущих и предстоящих спортивных и культурных мероприятиях. Сайт был опубликован в сети Интернет и введен в работу.

### Введение

В настоящее время всем государственным учреждениям необходим сайт, в котором будет повествоваться «о жизни» данного учреждения. С учетом практически неограниченного охвата аудитории и невысокой стоимостью (по сравнению с печатной и тем более телевизионной рекламой) получается эффективное средство распространения информации об организации. И для более эффективной работы Отдела Культуры Дубовского района необходимо создание сайта, который будет помогать в дальнейшей деятельности, упрощая работу и предоставляя пользователям возможность просматривать информацию о предстоящих и прошедших мероприятиях.

Сайт чаще всего создается для посетителей, чтобы каждый имел доступ к нему, мог зайти и найти нужную информацию

### Практическая реализация сайта

При создании сайта, его дизайн был обговорен с администрацией отдела культуры Дубовского.

Для демонстрации дизайна приведено изображение ниже.

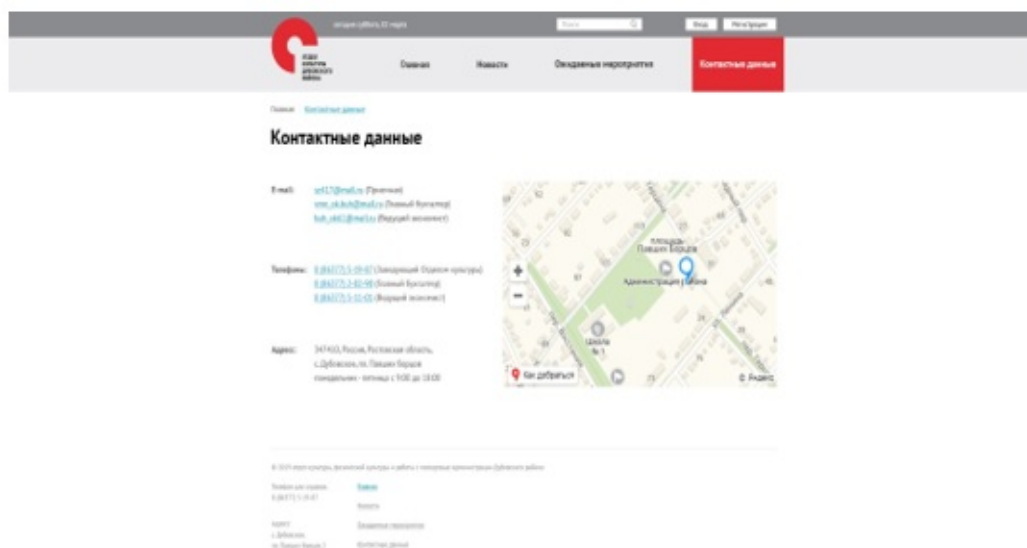


Рисунок 1 — Дизайн сайта для Отдела Культуры Дубовского района

Далее будет проводиться реализация, что и является процессом по созданию сайта. На данном этапе проводится подготовка текстового и графического материала. Материал разбивается по файлам в соответствии со структурой. Организуются ссылки между файлами и страницами сайта,

для перехода по всему сайту и для отображения интересных материалов

Домен — это символическое имя, служащее для идентификации сайта в сети Интернет. После синхронизации хостинга и платформы Word Press сайт стал доступен по следующему URL адресу: <http://otdelkultur.ru>

Перейдем к описанию возможностей сайта.

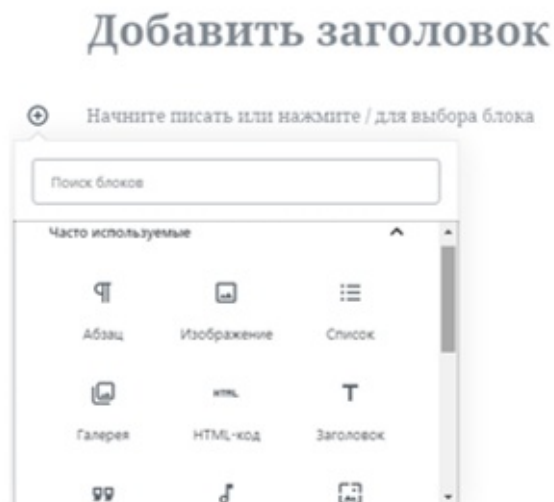


Рисунок 3 — Создание и редактирование записи перед публикацией

С помощью данного окна и происходит добавление новости на сайт. Плагин, изображенный на рисунке, имеет широкое использование на современных информационных сайтах.

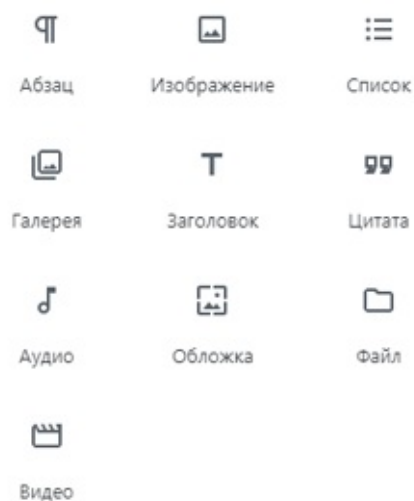


Рисунок 4 — Возможность прикрепления мультимедиа к новости

Под мультимедиа в большинстве случаев подразумевается фото и видео материалы.

При переходе в раздел «медиа файлы» на сайте открывается окно, в котором видно, какие файлы уже загружены на сайт и могут быть использованы для записей.

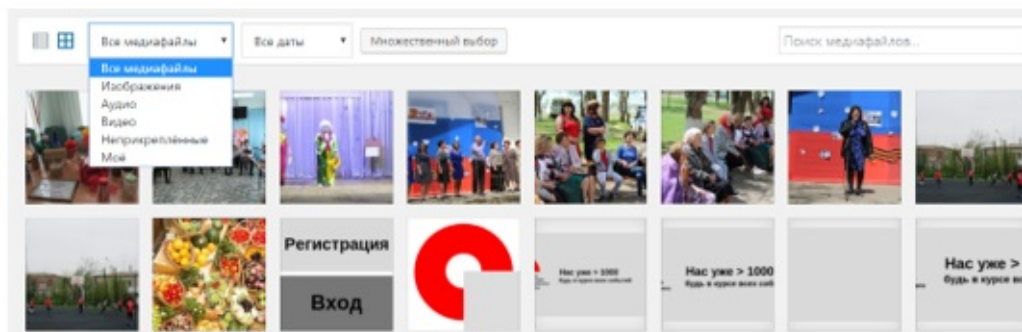


Рисунок 5 — Окно управления файлами мультимедиа

Главная страница сайта, на которой есть гиперссылки, на другие ресурсы сайта выглядит следующим образом:

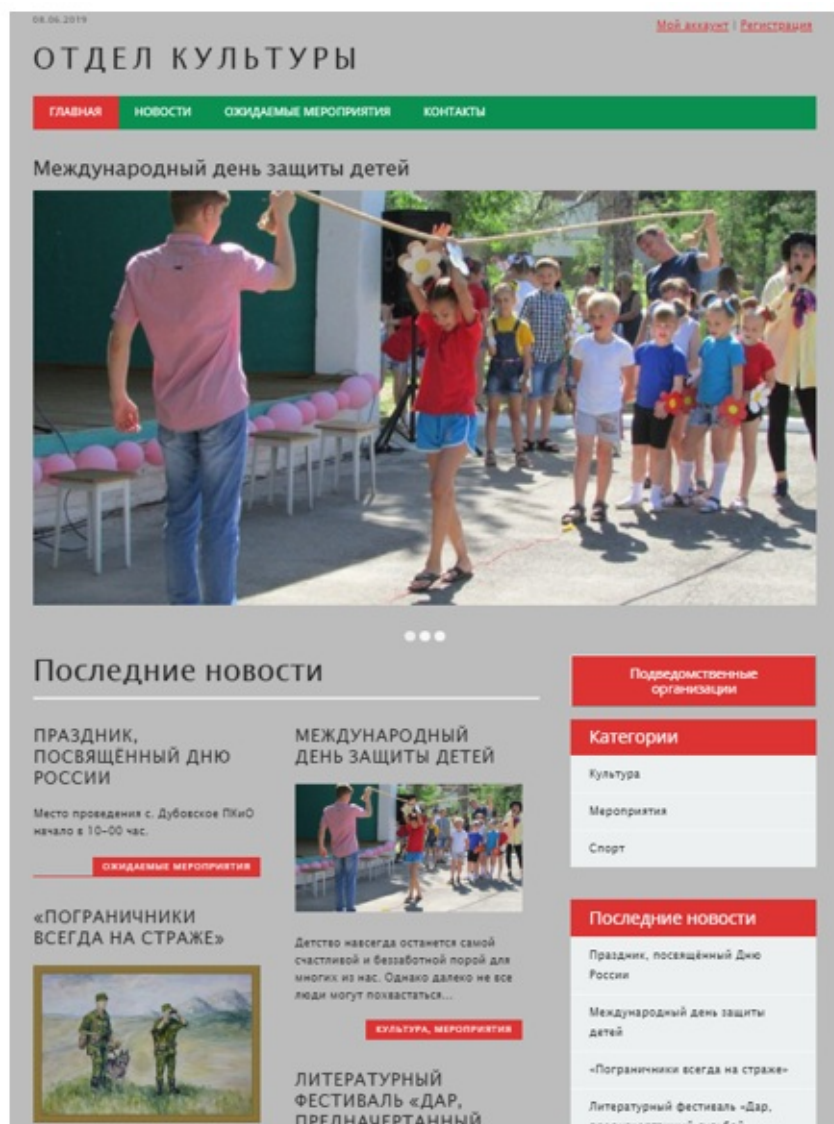


Рисунок 6 — Главная страница сайта

На главной странице видно несколько блоков информации.

Помимо информационных ресурсов видны гиперссылки на другие страницы сайта, «главная», «новости», «ожидаемые мероприятия», «контакты».

На вкладке «новости» видны уже опубликованные записи.

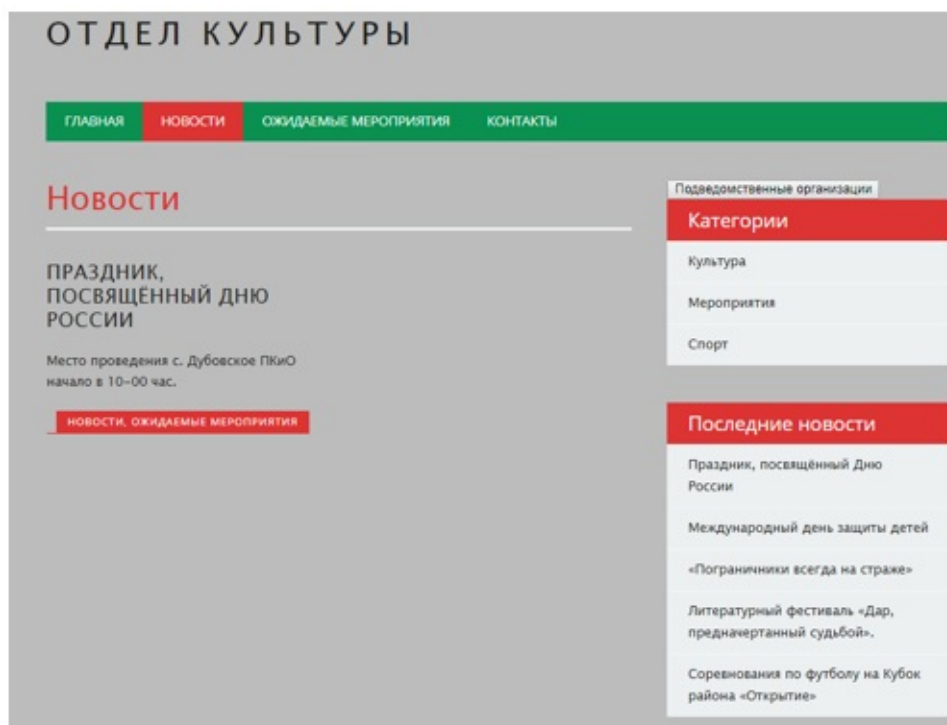


Рисунок 8 — Опубликованные новости

По окончании работы создания и настройки сайта, были выполнены все необходимые требования, которые были выдвинуты заказчиком.

### Заключение

В ходе разработки была изучена предметная область, разработано техническое задание с учетом пожеланий заказчика. Изучены различные возможности создания сайтов. Для реализации подобных целей разработчики Web-сайтов используют различные языки программирования.

МБОУ «Отдел культуры, Физической культуры и работы с молодежью Администрации Дубовского района Ростовской области» протестирован сотрудниками Отделом культуры, одобрен директором и размещен в сети Интернет по адресу: <http://otdelkultur.ru/>

### Список используемой литературы

1. Зандстра, Мэт PHP. Объекты, шаблоны и методики программирования [Текст] / М. Зандстра — М. OZON, 2016. — 576 с.
2. Нильсен, Я. Веб-дизайн: анализ удобства использования веб-сайтов по движению глаз = Eyetracking Web Usability [Текст] Я. Нильсен, К. Перниче—М.: «Вильямс», 2010. — 480 с.
3. Сырых, Ю.А. Современный веб-дизайн. Эпоха Веб 3.0 [Текст] / Ю.А. Сырых — 2-е изд. — М. — Вильямс, 2015. — 273 с.
4. Бабушкина, И.А. Практикум по объектно-ориентированному программированию [Электронный ресурс]/ И.А. Бабушкина, С.М. Окулов— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 366 с.— Режим доступа: <https://web112.biz/news/6562-trebovaniya-k-saytam-gosydarstvennih-organizacij/>
5. История развития Web-программирования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.art.ioso.ru> — Загл. с экрана

## К Теории Всего. Феноменология

**Б.М. Левин**

кандидат физико-математических наук

ИХФ им. Н.Н. Семёнова РАН, Москва (1964-1987)

Договор о творческом сотрудничестве с ЛИЯФ им. Б.П. Константинова  
РАН, Гатчина (1984-1987)

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург (2005-2007)

E-mail: [bormikhlev@mail.ru](mailto:bormikhlev@mail.ru)

Аномалии аннигиляции  $\beta^+$ -распадных позитронов в системе « $^{22}\text{Na}$  — газообразный неон естественного изотопного состава ( $\sim 9\% \text{ }^{22}\text{Ne}$ )» и прецедент теории полного вырождения для пара- и орто-суперпозитрония в суперсимметричной  $N = 2$  КЭД дают основание представлять наряду с дираковскими фермионами (КЭД) также феноменологию истинно нейтральных майорановских фермионов (электрослабое взаимодействие/ЭСВ и Теория Всего/ТВ), как дополнительного низкоэнергетического аспекта суперсимметрии ( $\beta^+$ -суперсимметрия).

Впервые обозначена перспектива аналоговой формализации статуса физического наблюдателя в Общей Теории Относительности и квантовой теории поля ( $\beta^+$ -ортопозитроний, образующийся в веществе в конечном состоянии  $\beta^+$ -распада типа  $\Delta J^\pi = 1^\pi$ ). Отсутствие этого является причиной стагнации современной Стандартной Модели.

**Ключевые слова:** система « $^{22}\text{Na}$  — газообразный неон», квантовая электродинамика, дираковские фермионы, электрослабые взаимодействия, майорановские фермионы, суперсимметрия, дополнительная  $\beta^+$ -суперсимметрия, Теория Всего.

Это развёрнутая аннотация цикла публикаций в журналах «Исследования в области естественных наук» (15) и «Современные научные исследования и инновации» (17), в которых обсуждается расширение современной Стандартной Модели/СМ, диктуемое более чем полувековым опытом наблюдения **аномалий** временных спектров аннигиляции  $\beta^+$ -распадных позитронов ( $\gamma_n / \text{start} / - \gamma_a / \text{stop}$  -задержанные совпадения;  $\gamma_n$  — ядерный гамма-квант,  $\gamma_a$  — аннигиляционный гамма-квант) в системе « $^{22}\text{Na}$  — газообразный неон естественного изотопного состава ( $\sim 9\% \text{ }^{22}\text{Ne}$ )».

Стимулировать расширение СМ на обозначенной экспериментальной базе (США/1956, 1965; Россия/1967-1987; Англия/1975; Канада/1975), критического эксперимента и обоснованной феноменологии (Россия/1981-2008) — задача трудная, поскольку мировое сообщество **не заметило** в упомянутых экспериментах **парадоксальной корреляции « $^{22}\text{Na}$ -газообразный неон»**.

Гипотеза подтверждена путём реализации у нас критического сравнительного эксперимента с уменьшением в газе доли изотопа  $^{22}\text{Ne}$  (1985-1987) [1] и феноменологии, развитой на этой основе [2]. Нет иной возможности объяснить эффект Мёссбауэра для реперного  $\gamma_n$ -кванта /start/ ( $\cong 1,274 \text{ MeV}$ ) в газовой фазе неона, как проявлением с участием ортопозитрония/ $^{\text{TPs}}$ ,



образованного в газе в конечном состоянии  $\beta^+$ -распада, вакуумной макроскопической двузначной твердотельной **пространственноподобной** структуры — **атома дальнего действия/АДД** планковской массы  $\pm M_{Pl} = \pm \sqrt{\hbar \cdot c / G}$  (альтернатива контрпродуктивной феноменологии «тахиион»).

С каждым актом  $\beta^+$ -распада типа  $\Delta J^\pi = 1^\pi$  ( $^{22}\text{Na}$ ,  $^{64}\text{Cu}$ ,  $^{68}\text{Ga}$  и др.) в пространстве-времени **полной относительности** [3] реализуется макроскопическая масса  $2 | M_{Pl} |$ .

СМ пребывает в состоянии стагнации со времени начала поиска физической реализации математической структуры суперсимметрии (середина 1970-х). Теперь, когда сформулирована феноменология **Проекта новой (дополнительной)  $G\hbar/c\kappa$ -физики «снаружи» светового конуса/Проект** [4], можно кратко изложить существо проблемы.

Когда физики обсуждают проявление в квантовом вакууме виртуальных  $e^+e^-$ -пар ( $E_{e^+e^-} \cong 2m_e c^2$ ,  $\Delta t \cong \hbar / 2m_e c^2$ ), не комментируется вопрос о спиновом состоянии пары. Все квантовые числа физического вакуума равны нулю. Поэтому виртуальная  $e^+e^-$ -пара может рождаться только в синглетном состоянии (суммарный спин пары  $S = 0$ ), т.е. в СМ/КЭД исключено рождение виртуальной  $e^+e^-$ -пары в связанном состоянии триплетного позитрония ( $^3\text{Ps}$ , спин  $S = 1$ ). Это состояние позитрония представляет особый интерес для объяснения аномалии в системе « $^{22}\text{Na}$ -газообразный неон», поскольку в динамике аннигиляции  $^3\text{Ps}$  присутствует виртуальная **одноквантовая** аннигиляция. Это означает осцилляции ортопозитрония в «зазеркалье», где с позиции физического наблюдателя знаки действия и скорости света отрицательны и  $\pm M_{Pl} = \pm \sqrt{(\pm \hbar) \cdot (\pm c) / G}$ . Энергия связи основного состояния  $\text{Ps}$  эВ, сверхтонкое расщепление энергии триплетного (орто- /  $^3\text{Ps}$ ) и синглетного (пара- /  $^1\text{Ps}$ ) позитрония в КЭД  $\Delta W = ^3W - ^1W \cong 8,4 \cdot 10^{-4}$  эВ.

В суперсимметричной квантовой электродинамике/СКЭД запрет на виртуальное вакуумное состояние ортопозитрония преодолевается. Прецедент представлен в работе [5]: «... **in the case of supersymmetric N=2 QED we find complete degeneracy for para- and ortho-superpositronium**», что открывает для физического наблюдателя пространство-время «снаружи» светового конуса, если предположить топологический квантовый переход/ТКП в конечном состоянии  $\beta^+$ -распада типа  $\Delta J^\pi = 1^\pi$ , а  $^3\text{Ps}$  представляет аналоговую формализацию физического наблюдателя, кто (что) «видит» двузначную пространственноподобную структуру АДД [2,4] («**локальная**» **причинность** [6]).

Ожидаемая реализация Проекта будет означать, что различаются атомы позитрония, рождённые позитроном от  $\beta^+$ -распада  $\beta^+ - \text{Ps}$  — орто- и пара- ) — в конечном состоянии ТКП, и КЭД- $\text{Ps}$  и , а **математическая структура суперсимметрии в рамках гамильтоновой динамики должна быть дополнена концепцией  $\beta^+$ -суперсимметрии, восходящей к проблемам гамильтонова графа и задачи коммивояжёра.**

В этой связи раскрывается по-новому и низкоэнергетический предел объединения КЭД и слабого взаимодействия — **электрослабое взаимодействие/ЭСВ**. Рассмотрение ЭСВ в рамках альтернативы Э. Майорана [7] (истинно нейтральные фермионы) становится сильным аргументом  $\beta^+$ -суперсимметрии [8].

Фундаментальное объединение физических взаимодействий (**Теория Всего**) достигается  
Наука XXI века

заполнением каждого из узлов гамильтонова графа ( $N^{(3)} \cong 1,3 \cdot 10^{19}$  с выделением ядра АДД  $\bar{n} \cong 5,278 \cdot 10^4$  в состоянии ТМ — на Земле и в поле гравитации достаточной силы) массами стабильных частиц материи ( $m_p, m_e, m_{\nu_e}$ ). Компенсирующая структура АДД в «зазеркалье» содержит эти массы с отрицательным знаком [4].

Всё это также достойное основание обсудить единую природу тёмной материи\тёмной материи [10].

Предложена Программа решающего эксперимента [11].

### Литература

1. Левин Б.М., Коченда Л.М., Марков А.А., Шантарович В.П. Временные спектры аннигиляции позитронов ( $^{22}\text{Na}$ ) в газообразном неоне различного изотопного состава. ЯФ, т.45(6), с.1806, 1987.
2. Левин Б.М. О расширении Стандартной Модели физики. <http://science.snauka.ru/2013/01/3281>
3. Андреев А.Ф. Спонтанно нарушенная полная относительность. Письма в ЖЭТФ, т.36(3), с.82, 1982.
4. Levin B.M. Atom of Long-Range Action Instead of Counter-Productive Tachyon Phenomenology. Decisive Experiment of the New (Additional) Phenomenology Outside of the Light Cone. Progress in Physics, v.13(1), p.p.11-17, 2017; Levin B.M. Half-Century History of the Project of New (Additional) -Physics, Progress in Physics, v.13(1), p.p.18-21, 2017. <http://www.ptep-online.com>
5. Di Vecchia P. and Schuchhardt V. N=1 and N=2 supersymmetric positronium. Phys. Lett., v.B155 (5/6), p.427, 1985.
6. Левин Б.М. Физический наблюдатель в проекте новой (дополнительной)  $G\hbar/ck$ -физики «снаружи» светового конуса. <http://web.snauka.ru/issues/2017/06/83691>
7. Majorana E. Teoria simmetrica dell'elettrone e del positrone. Nuovo Cimento, v.14 (4), p.p.171-184, 1937. Предисловие к статье Э. Майорана профессора Ю.В. Гапонова «Начало майорановской физики». Памяти Э. Майорана (к100-летию со дня рождения). Перевод: Э. Майорана. Симметричная теория электрона и позитрона. ЭЧАЯ, т.34(1), с.с.240-256, 2003.
8. Levin B.M. Supersymmetry,  $\beta^+$ -Orthopositronium and Electroweak Interaction in the Theory of Everything. Phenomenology. <http://web.snauka.ru/issues/2019/05/89372>
9. Левин Б.М. Программа решающего эксперимента к Проекту новой (дополнительной)  $G\hbar/ck$ -физики «снаружи» светового конуса. <http://web.snauka.ru/issues/2019/03/88922>
10. Левин Б.М. Тёмная материя и тёмная энергия — две формы существования атома дальнего действия в пространстве-времени «снаружи» светового конуса. <http://web.snauka.ru/issues/2017/07/84075>
11. Levin B.M. The Program of the Decisive Experiment to the Project of New (Additional) -Physics «Outside» the Light Cone. <http://web.snauka.ru/issues/2019/04/88990>

# To the Theory of Everything. Phenomenology

**Boris M. Levin**

Cand. Sci. (Phys. & Math.)

Semenov Inst. of Chem. Phys., Russ. Acad. Sci., Moscow (1964-1987)

In cooperation with Konstantinov Inst. Nucl. Phys.,

Russ. Acad. Sci., Gatchina (St. Petersburg) (1984-1987)

Ioffe Physical-Technical Inst., Russ. Acad. Sci., St. Petersburg (2005-2007)

Anomalies of annihilation of  $\beta^+$ -decay positrons in the system “ $^{22}\text{Na}$ -gaseous neon of natural isotopic composition ( $\sim 9\% \text{ }^{22}\text{Ne}$ )” and precedent of the theory of the complete degeneracy for para- and ortho-superpositronium in the supersymmetric  $N = 2$  QED give grounds to represent alongside with Dirac fermions (QED) also phenomenology of a true neutral Majorana fermions (electroweak interaction/EWI and the Theory of Everything/TOE) as additional low-energy aspect of the supersymmetry ( $\beta^+$ -supersymmetry).

For the first time, the prospect of analog formalization of the status of a physical observer in General Relativity and Quantum Field Theory is designated ( $\beta^+$ -orthopositronium formed in substance in the final state of  $\beta^+$ -decay type  $\Delta J^\pi = 1^\pi$ ). Lack of this is the reason for the stagnation of the modern Standard Model.

**Key words:** system “ $^{22}\text{Na}$ -gaseous neon”, quantum electrodynamics, Dirac fermions, electroweak interactions, Majorana fermions, supersymmetry, additional  $\beta^+$ -supersymmetry, Theory of Everything.

This is detailed abstract of the cycle of publications in the Electronic scientific & practical journal “Researches in Science” (15) and Electronic scientific & practical journal “Modern scientific researches and innovations” (17), which discuss the extension of the modern Standard Model/SM, dictated by a cycle experiments of observing the anomalies of the lifetime spectra of  $\beta^+$ -decay positrons ( $Y_n$  -“start” —  $Y_a$  -“stop”;  $Y_n$  — nuclear gamma-quantum,  $Y_a$  — annihilation gamma-quantum) in the system of “ $^{22}\text{Na}$ -gaseous neon of natural isotopic composition ( $\sim 9\% \text{ }^{22}\text{Ne}$ )”.

To stimulate the development of SM on the designated experimental base (USA/1956, 1965; Russia/1967-1987; England/1975; Canada/1975) and reasonable phenomenology (Russia/1977-2008) is a difficult task because the world community did not notice in the mentioned experiments the paradoxical correlation “ $^{22}\text{Na}$ -gaseous neon”.

The hypothesis was confirmed by implementing critical comparative experiments with a decrease in the fraction of the  $^{22}\text{Ne}$  isotope in gas (1985-1987) [1] and phenomenology developed on this basis [2]. There is no other possibility to explain the Mössbauer effect for the “start”  $Y_n$ -quantum ( $E_{Y_n} \cong 1.274\text{MeV}$ ) in the neon gas phase as manifestation (involving orthopositronium/ $^1\text{Ps}$  formed in gas in the final state of  $\beta^+$ -decay) a macroscopic vacuum two-sign spacelike structure — atom of long-range action/ALRA of Planck mass (alternative to counterproductive phenomenology “tachyon”).

With each act of the  $\beta^+$ -decay of the type  $\Delta J^\pi = 1^\pi$  ( $^{22}\text{Na}$ ,  $^{64}\text{Cu}$ ,  $^{68}\text{Ga}$ , etc.) in space-time of complete relativity [3] the macroscopic mass  $2|M_P|$  is realized.

The SM in a state of stagnation since beginning of the search for the physical realization of the mathematical structure of supersymmetry (mid-1970s). Now that the phenomenology of the Project of a new (additional)  $Gh/ck$ -physics “outside” the light cone/Project [4] has been formulated, the essence of the problem can be briefly stated.

When physicists discuss the appearance of virtual  $e^+e^-$ -pairs ( $E_{e^+e^-} \cong 2m_e c^2, \Delta t \cong \hbar/2m_e c^2$ )

in quantum Dirac vacuum does not comment on the question of the spin state of the pair. All quantum numbers of the physical vacuum are zero. Therefore, a virtual  $e^+e^-$ -pair can be born only in the singlet state (the total spin of the pair  $S = 0$ ), i.e. in the SM/QED the birth of a virtual  $e^+e^-$ -pair in the bound state of triplet positronium ( ${}^3\text{Ps}$ , spin  $S = 1$ ) is excluded. This state of positronium is of particular interest for explaining the anomaly in the “ ${}^{22}\text{Na}$ -gaseous neon” system, since virtual single-quantum annihilation is present in the dynamics of the  ${}^3\text{Ps}$  annihilation. This means orthopositronium oscillations in “the looking glass”, where from the standpoint of a physical observer the signs of the action and speed of light are negative and  $\pm M_{\text{PL}} = \pm\sqrt{(\pm\hbar) \cdot (\pm c)/G}$ . The binding energy of the ground state Ps is  $W \cong 6.8\text{eV}$ , the hyperfine splitting of triplet and singlet positronium energy in QED  $\Delta W = {}^3W - {}^1W \cong 8.4 \cdot 10^{-4}\text{eV}$ .

In supersymmetric quantum electrodynamics/SQED the virtual vacuum state of orthopositronium is possible. Precedent is presented in [5]: “... in the case of supersymmetric  $N = 2$  QED we find complete degeneracy for para- and ortho-superpositronium”. That is opens for physical observer the space-time “outside” the light cone, if we assume topological quantum transition/TQT in the final state  $\beta^+$ -decay type  $\Delta J^\pi = 1^\pi$ , and  ${}^3\text{Ps}$  represents the analog formalization of a physical observer who (what) “sees” the two-sign spacelike ALRA-structure (“local” causality [2, 4]).

The expected implementation of the Project will mean that the positronium atoms generated by a positron in the final state of  $\beta^+$ -decay  $\beta^+$ -Ps (TQT) — ortho- ${}^3(e^+e^-)_1$  and para- ${}^1(e^+e^-)_0$  — are different from QED-Ps  ${}^3(e^+e^-)_1 \setminus {}^1(e^+e^-)_0$ , and the mathematical structure of supersymmetry within Hamiltonian dynamics must be complemented by the concept  $\beta^+$ -supersymmetry that go back to the problems of the Hamiltonian graph and the traveling salesman problem.

In this regard, a new and low-energy limit of combining QED and weak interaction is revealed — electroweak interaction/EWI. Consideration of the EWI in the framework of the alternative E. Majorana [6] (true neutral fermions) becomes a strong argument of  $\beta^+$ -supersymmetry [7].

The fundamental unification of physical interactions (Theory of Everything) is achieved by filling each of the nodes of the Hamiltonian graph ( $N^{(3)} \cong 1.3 \cdot 10^{19}$  with allotment ALRA core  $\bar{n} \cong 5.3 \cdot 10^4$  in dark matter — on Earth and in a gravity field of sufficient strength) by the masses by all stable particles of matter ( $m_p, m_e, m_{\nu_s}$ ). The compensating structure of ALRA in “the looking glass” contains these masses with negative sign [2, 4].

This is a worthy occasion to discuss the unified nature of dark matter/dark energy [4].

The program of a decisive experiment was proposed [8].

## References

1. Levin B.M., Kochenda L.M., Markov A.A., Shantarovich V.P. Time spectra of annihilation of positrons ( ${}^{22}\text{Na}$ ) in gaseous neon of various isotopic compositions. *Sov. J. Nucl. Phys.*, v.45(6), p.1119, 1987.
2. Levin B.M. About extension of Standard Model of Physics.
3. <http://science.snauka.ru/2013/01/3279>
4. Andreev A.F. Spontaneously broken complete relativity. *Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz.*, v. 36 (3), p. 82, 1982.
5. Levin B.M. Atom of Long-Range Action Instead of Counter-Productive Tachyon Phenomenology. Decisive Experiment of the New (Additional) Phenomenology Outside of the Light Cone. *Progress in Physics*, v.13(1), p.p.11-17, 2017; Levin B.M. Half-Century History of the Project of New (Additional)  $G\hbar/ck$  Physics, *Progress in Physics*, v.13(1), p.p.18-21, 2017. <http://www.ptep-online.com>
6. Di Vecchia P. and Schuchhardt V.  $N = 1$  and  $N = 2$  supersymmetric positronium. *Phys. Lett.*, v.B155 (5/6), p. 427, 1985.

7. Majorana E. Teoria simmetrica dell'elettrone e positrone. Nuovo Cimento, v. 14 (4), p.p. 171-184, 1937.
8. Levin B.M. Supersymmetry,  $\beta^+$ -Orthopositronium and Electroweak Interaction in the Theory of Everything. Phenomenology. <http://web.snauka.ru/issues/2019/05/89372>
9. Levin B.M. The Program of the Decisive Experiment to the Project of New (Additional)  $Gh/ck$ -Physics "Outside" the Light Cone. <http://web.snauka.ru/issues/2019/04/88990>

# Трение высокоэнтропийных сплавов и толщина их поверхностного слоя

**Юров Виктор Михайлович**  
кандидат физ.-мат. наук, доцент

**Гученко Сергей Алексеевич**  
докторант PhD  
Карагандинский государственный университет имени Е.А. Букетова,  
Казахстан, Караганда  
E-mail: [exciton@list.ru](mailto:exciton@list.ru)

**Аннотация.** Экспериментально сформированы высокоэнтропийные сплавы методов механического легирования. Для них измерены коэффициенты трения. Получено уравнение, по которому можно вычислять толщину поверхностного слоя сплава и определять поверхностное натяжение, связанное с коэффициентом трения.

**Ключевые слова:** коэффициент трения, поверхностный слой, высокоэнтропийный сплав, эквипропорционные пропорции.

## Введение

Сравнительно недавно появились новые объекты исследования — высокоэнтропийные сплавы [1]. Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС) — сплавы, которые содержат не менее 5 элементов, причём количество каждого из них не должно превышать 35 ат.% и не должно быть меньше 5 ат.%.

Высокоэнтропийные сплавы (ВЭСы) выделены в особую группу, так как процессы структуро- и фазообразования в них, а также диффузионная подвижность атомов, механизм формирования механических свойств и термическая стабильность существенно отличаются от аналогичных процессов в традиционных сплавах [2, 3].

В настоящей работе мы рассмотрим вопрос — как связан коэффициент трения с толщиной поверхностного слоя, который формируется в процессе синтеза ВЭСов.

## Методика эксперимента.

Для синтеза использовались микропорошки из представленных ниже составов:

1. Fe-Co-Cr-Ni-Ta-Ti-Zr;
2. Fe-Co-Cr-Ni-Ta-Ti-Mo;
3. Fe-Co-Cr-Ni-Ta-Ti-W;
4. Fe-Co-Cr-Ni-Ta-Ti-Al;
5. Fe-Co-Cr-Ni-Ta-Ti-Cu.

Для приготовления таблеток брались микропорошки соответствующих металлов и смешивались в эквипропорционных пропорциях. Затем приготовленная смесь порошков помещалась в мелющий стакан планетарной шаровой мельницы изготовленный из карбида вольфрама и добавлялись мелющие тела (шары диаметром 5-10мм) также изготовленные из карбида вольфрама, масса которых была равна 10-ти массам смеси порошков. После стакан наполняли бензином «Галоша», закрывали крышку и включали планетарную шаровую мельницу (скорость вращения составляла 500 об/мин., время работы 5 ч.).

Полученные таким образом гомогенизированные составы затем сушились в вакууме и при помощи пресс-формы (давление 20 т) прессовались в плоские диски диаметром 12 мм и толщиной в 3 мм (рис. 1).



**Рис. 1** — Синтезированные диски ВЭСов

Исследование фазового состава и структурных параметров образцов проводилось на дифрактометре XRD-6000 на  $\text{CuK}\alpha$ -излучении. В результате были обнаружены две фазы: ОЦК+ГЦК. Экспериментальная установка для определения коэффициентов трения описана нами в работе [4].

Для определения толщины поверхностного слоя различных соединений нами использовалась размерная зависимость некоторого физического свойства  $A^{\text{®}}$ :

$$\begin{aligned} A(r) &= A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), & r \gg d \\ A(r) &= A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{d+r}\right), & r \leq d \end{aligned} \quad (1)$$

Параметр  $d$  связан с поверхностным натяжением  $\sigma$  формулой:

$$d = \frac{2\sigma v}{RT}, \quad (2)$$

Здесь  $\sigma$ —поверхностное натяжение массивного образца;  $v$ —объем одного моля;  $R$ —газовая постоянная;  $T$ —температура. В работе [5], а также [6], было показано, что с большой точностью выполняется соотношение:

$$\sigma = 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot T_m, \quad (3)$$

где  $T_m$  — температура плавления твердого тела (К). Соотношение выполняется для всех металлов и для других кристаллических соединений. Если его подставить в (2), то при  $T = T_m$  получим:

$$d = 0.17 \cdot 10^{-5} v. \quad (4)$$

Уравнение (4) показывает, что толщина поверхностного слоя  $d(l)$  определяется одним фундаментальным параметром — атомным объемом элемента, который периодически изменяется в соответствие с таблицей Д.И. Менделеева.

#### **Результаты эксперимента и их обсуждение.**

Из (2) вытекает, что  $d \sim \sigma$  — поверхностное натяжение ВЭСов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Толщина поверхностного слоя  $d$  и коэффициент трения  $k_{\text{тр}}$  высокоэнтропийных сплавов

Сплав	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	M, моль <sup>-1</sup>	d, нм	K <sub>тр</sub>
FeCoCrNiTaTiCu	7.15	519	12,3	0,141
FeCoCrNiTaTiW	7.91	639	13,7	0,152
FeCoCrNiTaTiZr	6.42	546	14,5	0,191
FeCoCrNiTaTiMo	6.31	551	14,9	0,256
FeCoCrNiTaTiAl	5.41	482	15,1	0,302

Из табл. 1 следует, что коэффициент трения  $k_{тр}$  снижается в соответствии с уменьшением поверхностного натяжения. В работе [7] дан подробный обзор влияния различных факторов на трибологические свойства ВЭСов. Можно сформулировать два основных способа повышения износостойкости материалов [7]: за счет повышения твердости поверхностных слоев и за счет снижения коэффициента трения между соприкасающимися поверхностями (уменьшение схватываемости).

В этом случае увеличение активации поверхностных слоев осуществляется за счет снижения поверхностной энергии и облегчения пластической деформации. Направленное изменение свойств покрытий путем варьирования их состава, структуры и строения за счет легирования позволяет существенно влиять на контактные характеристики процесса трения.

#### **Заключение.**

Снижение поверхностной энергии (иначе-удельного поверхностного натяжения) мы и показали. Уравнение (4) дает возможность определять толщину поверхностного слоя и ВЭСов и других материалов по одному параметру: атомному объему образца ( $v=M/\rho$ ).

#### **Список литературы**

1. Yeh J.W., Chen Y.L., Lin S.J. High-entropy alloys — a new era of exploitation // Materials Science Forum. 2007. Vol. 560. — P. 1-9.
2. Фирсов С.А., Горбань В.Ф., Крапивка Н.А., Печковский Э.П. Упрочнение и механические свойства литых высокоэнтропийных сплавов // Композиты и наноструктуры, 2011, № 2. — С. 3-20.
3. Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якущенко И.И., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // Успехи химии, 2014, т. 83, вып. 11. — С. 1027-1061.
4. Колесников В.А., Байсагов Я.Ж., Юров В.М. Информационно-измерительный прибор для определения коэффициента трения скольжения // Фундаментальные исследования. 2011. № 12. Часть 1. — С. 121-124.
5. Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч. Толщина поверхностного слоя, поверхностная энергия и атомный объем элемента // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2018. Вып. 10. — С. 691-699.
6. Рехвиашвили С.Ш., Кишტიкова Е.В., Кармокова Р.Ю. К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33. вып. 2. — С. 1-7.
7. Ахммад М. Махммуд Албу-Бадри. Физико-механические свойства и структура покрытий на основе Ti, Al, Zr, Si и N. Дисс. кандид. физ.-мат. наук. Сумы. 2013. — 150 с.



*Для заметок:*