

ЗАСПА ЮРІЙ

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-3274-172X>e-mail: zaspayuriy@gmail.com

ТРОЇСТІ МУЛЬТИПЛІКАТИВНІ ТЕРМОРЕЗОНАНСИ НА СПЕКТРАХ ОБМІННОГО ІНЕРЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЗГЕНЕРОВАНОГО В НЕРІВНОВАЖНИХ СЕРЕДОВИЩАХ З КОНТАКТНИМИ РОЗРИВАМИ В ТЕХНІЧНИХ, КОСМІЧНИХ, ПСЕВДОЕЛЕМЕНТАРНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ У КОМПЛЕКСНОМУ ПРОСТОРИ З ТРИПЛЕТНИМ ПОРУШЕННЯМ АНТИСИМЕТРІЇ

Наведені розрахункові співвідношення, що кількісно описують властивості резонансних триплетів інерційного випромінювання, згенерованого в нерівноважних системах різних масштабів та рівнів організації. Виявлений мультиплікативний характер енергії резонансних складових, суттєво відмінний від адитивних принципів формування відомих триплетних структур. Встановлений механізм триплетного порушення антисиметрії комплексного простору, який забезпечує уникнення анігіляції енергії, створеної за принципом *Creatio ex nihilo* в топологічних контактних розривах між дійсним та уявним півпросторами. Відмічене розведення домінуючих енергетичних каскадів – прямого в уявному та оберненого в дійсному півпросторах. Проведений аналіз резонансних триад на ядерних та колайдерних спектрах, пояснені та кількісно розраховані складові цих спектрів. Підтверджена мюонна структура адронів та обчислені параметри такої структури, а також параметри колайдерної протон-мюонної плазми, альтернативної щодо відомих моделей кварк-глюонної плазми. Зроблений розрахунок спектрів космічних променів низьких, середніх, високих та надвисоких енергій, який кількісно відповідає натурним даним. Виявлені та кількісно розраховані трійсті резонанси на спектрах випромінювання Сонця та на спектрах сонячної та геомагнітної активності. Показано, що сонячний спектр суттєво відрізняється від чорнотільного, а основні періоди активності Сонця визначаються резонансними триадами в масштабах геліосфери. Розраховані параметри холодної зовнішньої фотосфери на периферії Сонячної системи, фонове мікрохвильове випромінювання якої зазвичай помилково відносять на рахунок «релікту» від т.з. Великого вибуху. Проведений аналіз резонансних триплетів на спектрах акустичних збурень в технічних системах. Відзначена синхронізація гравітаційних та електромагнітних мод, яка веде до аварійно-небезпечних бафтингових режимів. Встановлений взаємозв'язок геодинамічних, кліматичних та біологічних процесів на планеті з активністю кавітаційних топологічних розривів на периферії Сонячної системи. Виявлений механізм контактної капілярної термостабілізації тіла людини та відзначена мультиплікативна триплетна коронавірусна деструкція цього механізму.

Ключові слова: трійсті терморезонанси, принцип мультиплікативності, порушення антисиметрії, інерційне випромінювання, нерівноважне середовище, топологічний розрив.

ZASPA YURII

Khmelnitskyi National University

TRIPLE MULTIPLICATIVE THERMORESONANCES ON THE SPECTRA OF EXCHANGE INERTIAL RADIATION GENERATED IN NON-EQUILIBRIUM MEDIA WITH CONTACT GAPS IN ENGINEERING, COSMIC, PSEUDO-ELEMENTARY AND BIOLOGICAL SYSTEMS IN COMPLEX SPACE WITH TRIPLET VIOLATION OF ANTISYMMETRY

Calculated ratios that quantitatively describe the properties of resonance triplets of inertial radiation generated in non-equilibrium systems of various scales and levels of organization are given. The multiplicative nature of the energy of resonant components is revealed, which is significantly different from the additive principles of the formation of known triplet structures. The mechanism of triplet violation of the antisymmetry of the complex space is established, which ensures the avoidance of annihilation of the energy created according to the principle of *Creatio ex nihilo* in the topological contact gaps between the real and imaginary half-spaces. There is a marked dilution of the dominant energy cascades - direct in the imaginary and inverted in the real half-space. The analysis of resonant triads on nuclear and collider spectra was carried out, the components of these spectra were explained and quantitatively calculated. The muon structure of hadrons was confirmed and the parameters of this structure were calculated, as well as the parameters of the collider proton-muon plasma, alternative to the known models of the quark-gluon plasma. The calculation of the spectra of cosmic rays of low, medium, high and ultra-high energies was made, which quantitatively corresponds to natural data. Triple resonances in the spectra of the Sun's radiation and the spectra of solar and geomagnetic activity were detected and quantified. It is shown that the solar spectrum is significantly different from the blackbody spectrum, and the main periods of the Sun's activity are determined by resonant triads on the scale of the heliosphere. Calculated parameters of the cold outer photosphere at the periphery of the Solar System, the background microwave radiation of which is usually erroneously attributed to the account of a "relic" from the so-called Big bang. The analysis of resonant triplets on the spectra of acoustic disturbances in technical systems was carried out. Synchronization of gravitational and electromagnetic modes is noted, which leads to dangerous buffeting modes. The relationship between geodynamic, climatic and biological processes on the planet and the activity of cavitation topological gaps on the periphery of the Solar System has been established. The mechanism of contact capillary thermostabilization of the human body was revealed and the multiplicative triplet coronavirus destruction of this mechanism was noted.

Key words: triple thermal resonances, principle of multiplicativity, violation of antisymmetry, inertial radiation, non-equilibrium medium, topological discontinuity.

Актуальність проблеми

Широко представлений в багатьох розділах фізики (класичній механіці, термодинаміці, електромагнетизмі, оптиці, класичній та квантовій статистиках, квантовій механіці, квантовій теорії поля та ін.) принцип адитивності (суперпозиції) не може бути безпосередньо застосований у випадку нелінійних систем та потребує суттєвого доповнення принципом мультиплікативності, адекватним для описання нелінійних та нерівноважних фізичних систем. Нижче наводиться аналіз властивостей мультиплікативних трійстих терморезонансів, проявлених на спектрах обмінного інерційного випромінювання [1–3], згенерованого в нерівноважних гетерогенних середовищах з контактними розривами в природних системах різного рівня організації. Цей аналіз ґрунтується на комплексному розширенні дійсного простору та відповідному тривимірному розширенні часу, а також враховує порушення законів збереження (енергії, імпульсу та моменту імпульсу) в неоднорідному анізотропному просторі та часі. Такого роду неоднорідність та анізотропія характерні передусім для нерівноважних зон динамічної контактної взаємодії в матеріальних середовищах, відзначених розривами та турбулентністю. Слід відмітити також необхідність порушення антисиметрії комплексного простору задля уникнення анігіляції енергії, створеної за принципом *Creatio ex nihilo* в антисиметричних системах [2-3]. Це порушення, як показано нижче, має триpletний характер і мультиплікативну природу. Остання забезпечує розведення домінуючих енергетичних каскадів – обернений каскад (в бік великих часових та просторових масштабів) в дійсній частині комплексного простору та прямий каскад (в бік менших масштабів) в його уявній частині. Нерівноважний контакт обох частин має відносний мезоскопічний масштаб, залежний від рівня організації системи, котра зазвичай кусочно-квазірівноважна. Підміна домінуючого оберненого каскаду на прямий у відомих теоріях гідродинамічної турбулентності (Колмогорова-Обухова і т.п. [4]) обумовлює всі труднощі відповідного описання такої турбулентності. Адекватними тут є не відомі рівняння Нав'є-Стокса та їх спрощені аналоги, а рівняння Максвелла в гідродинамічно-хвильовому калібруванні потенціалів [3].

Контакт дійсного та уявного півпросторів є квазидвовимірним із закритою бульбашковою, або ж відкритою струменевою топологією [2, 3], що пояснює неадекватність сучасних нуль-мірних стандартних фізичних моделей в галузях мікро- та макрокосмосу: стандартної моделі фундаментальних взаємодій (SM) та стандартної космологічної моделі (Lambda-CDM). Перша побудована на хибних конструкціях точкових кварків-партонів, а друга – на ілюзорній ідеї космологічної сингулярності (т.з. Великого вибуху). Обидві моделі безпосередньо, або ж опосередковано апелюють до спеціальної та загальної теорій відносності Ейнштейна, самообмежених лише дійсною частиною загального комплексного простору та рухом із досвітловими і світловими швидкостями. Зняття цих штучних обмежень, як показано нижче, дозволяє адекватно зрозуміти фізичні процеси в ієрархії космічних, технічних, псевдоелементарних та біологічних систем.

Основні розрахункові співвідношення

Гідродинамічно-хвильове калібрування потенціалів в рівняннях Максвелла та в їх аналогах для гравітомагнітного поля [3] приводить до наступного рівняння щодо вектор-потенціалів \vec{V} інерційних збурень:

$$\vec{a} = \pm v_{co} \cdot (\Delta \vec{V} - \frac{1}{V_{ph}^2} \cdot \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial t^2} - \frac{\vec{V}}{V_{ph}^2} \cdot (\Delta(\vec{V}))^2 / 2 - \frac{1}{V_{ph}^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\vec{V})^2 / 2) \quad (1)$$

Тут \vec{a} , v_{co} , V_{ph} – відповідно, повна похідна вектор-потенціалу за часом (з розмірністю прискорення), кооперативна в'язкість та фазова швидкість інерційних збурень:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V}, \quad v_{co} = \frac{Y}{m} = \frac{Q \cdot Y_B}{m}, \quad V_{ph} = \frac{V}{Q}, \quad Q = \frac{Y}{Y_B}, \quad (2-5)$$

де Y , Y_B – розширений аналог сталої Планка \hbar та його базове значення, m – інертна маса квантів збурень, V – їх групова швидкість (модуль вектор-потенціалу), Q – число кратності [3]. Знаки \pm в (1) стосуються, відповідно, електромагнітного та гравітомагнітного полів.

Відшукаючи рішення (1) у вигляді [3]:

$$\vec{V} = \vec{V}_a \cdot e^{+i(\omega \mp k_r \cdot r \mp |m| \cdot \varphi)} \cdot \Theta_{l,m}(\theta), \quad \vec{V} = \vec{V}_a \cdot e^{-i(\omega \mp k_r \cdot r \mp |m| \cdot \varphi)} \cdot \Theta_{l,m}(\theta), \quad (6,7)$$

де \vec{V}_a – комплексна амплітуда, i – уявна одиниця, t – час, r – радіус-вектор, θ, φ – полярний та азимутальний кути сферичної системи координат, ω, k_r, m – циклічна частота, радіальне та магнітне (азимутальне) квантово-хвильові числа збурень, $\Theta_{l,m}(\theta)$ – полярна частина сферичних функцій, відповідна збереженню квадрату орбітального моменту імпульсу збурень та його проєкції на довільну вісь, l – орбітальне квантове число, а також враховуючи резонансне занулення операторів д'Аламбера в правій частині (1), отримуємо наступні рівняння [3]:

$$\left(\mp \frac{2ik_r}{r} - k_r^2 - \frac{l(l+1)}{r^2} + \frac{\omega^2}{V_{ph}^2}\right) \cdot \vec{V} = 0, \quad \left(\pm \frac{2ik_r}{r} - k_r^2 - \frac{l(l+1)}{r^2} + \frac{\omega^2}{V_{ph}^2}\right) \cdot \vec{V} = 0 \quad (8,9)$$

Ці рівняння мають рішення, зокрема, за умови $k_r = 0$:

$$\frac{l(l+1)}{r^2} = \frac{\omega^2}{V_{ph}^2} \quad (10)$$

Введемо позначення:

$$k_l^2 = \frac{l(l+1)}{r^2}, \quad (11)$$

за якого (10) переписється у вигляді:

$$k_l^2 = \frac{\omega^2}{V_{ph}^2}, \quad (12)$$

характерному для рішень хвильових рівнянь. Опускаючи в подальшому індекс $l(k_l = k)$, домножимо (12) на розмірний параметр наступним чином:

$$\frac{Y^2 \cdot k^2}{m} = \frac{Y^2 \cdot \omega^2}{mV_{ph}^2} \quad (13)$$

Введемо співвідношення:

$$\frac{Y^2 \cdot k^2}{m} = mV^2, \quad (14)$$

згідно з яким з (13) отримаємо:

$$mV^2 \cdot mV_{ph}^2 = (Y\omega)^2, \quad (15)$$

або ж:

$$Y\omega = m \cdot V \cdot V_{ph}, \quad Yk = mV \quad (16, 17)$$

Мультиплікативна форма виразу (15) дозволяє ввести три взаємозалежних кванти інерційних збурень з відповідними енергіями:

$$E_M = m \cdot V \cdot V_{ph} = Y\omega \quad (18)$$

$$E_E = m \cdot V_{ph}^2 = Y\omega / Q = Y \cdot \omega_E \quad (19)$$

$$E_W = m \cdot V^2 = Y\omega \cdot Q = Y \cdot \omega_W, \quad (20)$$

причому згідно з (15) виконується мультиплікативне співвідношення:

$$E_M^2 = E_E \cdot E_W \quad (21)$$

Індекси M, E, W складових резонансного триплету умовно характеризують середню (Middle), «східну» (East) та «західну» (West) компоненти. Такого роду географія виправдана тим, що при $Q \ll 1$ «східна» компонента на енергетичному спектрі знаходиться правіше, а «західна» – лівіше середньої – подібно до географічних напрямів на карті.

З (16, 17) отримуємо наступний вираз для частоти середньої компоненти:

$$\omega_M = \frac{Y_B}{m} \cdot k_M^2 \quad (22)$$

Вводячи аналоги виразу (17) для решти компонент, отримуємо також відповідні частотні аналоги для цих компонент:

$$\omega_E = \frac{Y_B}{m} \cdot k_E^2, \quad \omega_W = \frac{Y_B}{m} \cdot k_W^2, \quad (23, 24)$$

причому:

$$\omega_E = \omega_M / Q, \quad \omega_W = \omega_M \cdot Q, \quad \omega_M^2 = \omega_E \cdot \omega_W \quad (25-27)$$

$$k_E = k_M / \sqrt{Q}, \quad k_W = k_M \cdot \sqrt{Q}, \quad k_M^2 = k_E \cdot k_W \quad (28-30)$$

З використанням параметра ν_{co} енергії складових резонансних триплетів можуть бути записані також у вигляді:

$$E = \nu_{co} \cdot Y_B \cdot k^2 = Y_B \cdot k \cdot V, \quad (31)$$

де хвильові числа відповідають співвідношенням (28–30).

Наведені вище співвідношення будуть використані для аналізу фактичних даних в різномасштабних фізичних системах. Для повноти такого аналізу додамо також окремі співвідношення щодо суцільних складових спектрів інерційних збурень, згенерованих в нерівноважних системах з контактними розривами. Ці співвідношення по своїй фізичній суті отримані на основі принципу адитивності, який застосовується тут локально для окремих складових мультиплікативних триплетів. У випадку квантового хітонного газу [2, 3], враховуючи (31), отримуємо наступний енергетичний розподіл світимості:

$$\varepsilon_{he}(E) = \frac{E^2}{8\pi^2 \cdot Y_B^2 \cdot \nu_{co}} \cdot (e^{\frac{E}{T_{he}}} - 1)^{-1}, \quad (32)$$

де T_{he} – хітонна температура [2, 3]. На межі низьких енергій маємо характерну лінійну залежність світимості від енергії:

$$\varepsilon_{he}(E) \approx \frac{E}{8\pi^2 \cdot Y_B^2 \cdot \nu_{co}} \quad \text{при } E \ll T_{he} \quad (33)$$

Для гетерогенної бульбашкової квантової системи інерційних (хітонних) збурень [2,3] доцільно розглянути енергетичний розподіл потужності випромінювання:

$$\frac{dP}{dE} = \varepsilon_{he}(E) \cdot 4\pi k^{-2} = \frac{E}{2\pi Y_B} \cdot (e^{\frac{E}{T_{he}}} - 1)^{-1} \quad (34)$$

На межі низьких частот цей розподіл виходить на характерний сталий рівень (сходінку), залежний від хітонної температури [2, 3]:

$$\frac{dP}{dE} \approx \frac{T_{he}}{2\pi Y_B} \quad \text{при } E \ll T_{he} \quad (35)$$

Інтегральна енергетична світимість хітонного термокомплексу задається виразом:

$$R_{he}^* = \frac{\zeta(3) \cdot T_{he}^3}{4\pi^2 \cdot Y_B^2 \cdot \nu_{co}}, \quad (36)$$

де $\zeta(3) \approx 1,202$ – дзета-функція Рімана. Аналоги законів Віна тут мають вид [2, 3]:

$$E_{\max} = \gamma_{he} \cdot T_{he}, \quad \lambda_{\max}^2 = \frac{4\pi^2 \cdot Y_B \cdot \nu_{co}}{\beta_{he} \cdot T_{he}}, \quad (37, 38)$$

$$\text{де } \gamma_{he} \approx 1,5936, \quad \beta_{he} \approx 3,3809 \quad (39, 40)$$

– характерні константи відповідних трансцендентних рівнянь [2, 3]. З вищенаведених співвідношень для хітонного газу також слідує:

$$\left(\frac{T_{he}}{\lambda_{\max}}\right)^2 = \frac{\beta_{he} \cdot Y_B \cdot R_{he}^*}{\zeta(3)} \quad (41)$$

Тут λ_{\max} та E_{\max} – довжина хвилі та енергія збурень в екстремумах відповідних спектрів.

Важливою для подальшого аналізу є густина ρ приєднаної маси M [1–3]. Остання визначається наступним чином:

$$MV^2 = 2k_B \cdot T \quad (42)$$

де k_B, T – стала Больцмана та абсолютна температура в стані локальної термодинамічної рівноваги інерційних збурень з речовиною. При цьому λ_{\max} задовільняє одночасно співвідношенню (38) та класичному закону Віна:

$$\lambda_{\max} = \frac{ch}{\beta \cdot k_B \cdot T} \quad (43)$$

Тут c – швидкість світла у вакуумі, h – стала Планка, $\beta \approx 4,965$ – характерний корінь відповідного трансцендентного рівняння. Враховуючи вираз для густини приєднаної маси

$$\rho = \frac{3M}{4\pi R_{\max}^3} = \frac{3Mk_{\max}^3}{4\pi}, \quad R_{\max} = k_{\max}^{-1} = \frac{\lambda_{\max}}{2\pi}, \quad (44, 45)$$

з вищенаведених співвідношень отримаємо:

$$\rho = \frac{3\beta}{ch \cdot Q^2} \cdot \left(\frac{m \cdot k_B \cdot T}{\hbar}\right)^2 = \frac{3\beta}{ch} \cdot \left(\frac{k_B \cdot T}{v_{co}}\right)^2, \quad \rho = \frac{3c \cdot m^3 \cdot f(\lambda_{max})}{\beta \hbar^2 \cdot Q^2} \quad (46,47)$$

В останньому виразі фігурує характерна частота на спектрах інерційних збурень [1–3]. Слід зазначити, що на відміну від попереднього розгляду [2, 3], параметр Q тут не пов'язується з косинусом кута між імпульсом та груповою швидкістю квантів, оскільки за умов збереження квадрату моменту імпульсу та його проекції сам імпульс як такий не зберігається. Отже, параметр Q тут може бути як більшим, так і меншим за одиницю.

Вищенаведені співвідношення в системі електромагнітного поля в якості базового параметра Y_B включають сталу Планка $\hbar(Y_B = \hbar)$. Відповідний базовий параметр в системі гравітомагнітного поля вводить через універсальне використання сталої тонкої структури α [2,3], як зазначено нижче. Гравітомагнітне поле, на відміну від електромагнітного, не має всталеного базового параметру Y_B (за типом \hbar), що споміж іншого знімає тут автоматичне падіння хітонної температури зі зростанням просторових масштабів, характерне для електромагнітного поля. Для хітонних систем гравітомагнітного поля параметр Y_B вводиться наступним чином [2,3]:

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{G \cdot M_g^2}{Y_B \cdot c}, \quad Y_B = \frac{G \cdot M_g^2}{\alpha \cdot c} \quad (\text{система СГС}) \quad (48, 49)$$

де G – стала всесвітнього тяжіння, M_g – приєднана гравітаційна маса. Наведемо також ряд співвідношень [2,3], що будуть використані в процесі подальшого аналізу:

$$k^{-1} = R = \frac{Y_B \cdot C}{\beta \cdot T_g}, \quad M_g \cdot V^2 = 2T_g \quad (50, 51)$$

$$(mc)^2 = \frac{\beta G \cdot Q^2 \cdot M_g^3}{2\alpha \cdot R}, \quad \omega^2 = 4\pi / \tau^2 = \frac{2G \cdot M_g}{\alpha \beta \cdot R^3} = \frac{8\pi G}{3\alpha \beta \cdot Q^2} \cdot \rho_g \quad (52,53)$$

Врахуємо також співвідношення:

$$V^2 = \frac{2GM_g}{\alpha \beta R}, \quad V \approx 7,43 \cdot (GM_g / R)^{1/2} \quad (54, 55)$$

$$\tau^2 = \frac{2\pi^2 \alpha \beta Q^2}{GM_g} \cdot R^3 \approx \frac{Q^2}{55,2} \cdot \frac{4\pi^2}{GM_g} \cdot R^3, \quad \tau = f^{-1}(\lambda_{max}), \quad \tau / \tau_K \approx Q / 7,43 \quad (56-58)$$

Тут R, τ – характерний розмірний параметр (радіус) та характерний період інерційних збурень, T_g – формально введена енергетична гравітаційна температура, ρ_g – густина приєднаної гравітаційної маси. Співвідношення (54-58) відображають відмінність швидкісних і часових параметрів корпускулярно-вихор-хвильового руху в космічних системах щодо відомих Кеплерових форм. Ця відмінність зазвичай невірно відноситься на рахунок т.з. темної енергії й прихованої маси [4].

Резонансні тріади на спектрах інерційних збурень у псевдоелементарних системах

Контактна генерація енергії за принципом *Creatio ex nihilo* потребує початкової порогової енергетичної накачки, яка із великим запасом забезпечується в колайдерних експериментах та в ядерній галузі. Відомий гігантський резонанс ядер (рис. 1) зазвичай хибно пояснюють колективними коливаннями ядерних протонів щодо нейтронів та штучно відділяють від низькоенергетичних та високоенергетичних збуджень [4,5]. В дійсності ж весь комплекс ядерних резонансів в діапазоні від одного до декількох сотень МеВ є проявом триплетної мультиплікативної резонансної структури інерційних збурень на ядерному рівні. На цю структуру, як видно з рис. 1, накладаються вужчі за шириною та діапазоном тріади з більшим значенням параметра Q . Зокрема, виходячи з даних рис. 1 для ядра титану при $Q = 0,89$ та $E_E \approx 16$ МеВ, $m = m_p$ (маса протона), $Y_B = \hbar$, за співвідношеннями (46,47) отримуємо характерний радіус зовнішньої оболонки резонансного термокомплексу 1,52 фм, близький до радіусу ядра гелію та приблизно вдвічі більший за радіус протона. При цьому вирахована за співвідношеннями (46,47) густина приєднаної маси тут близька до густини середніх ядер. За даними рис. 1 для вширеної тріади збурень з $E_M \approx 20$ МеВ (гігантський резонанс) при $Q = 0,067$, $m = m_p$ з (18, 22) отримуємо відповідно характерний радіус 0,37 фм .

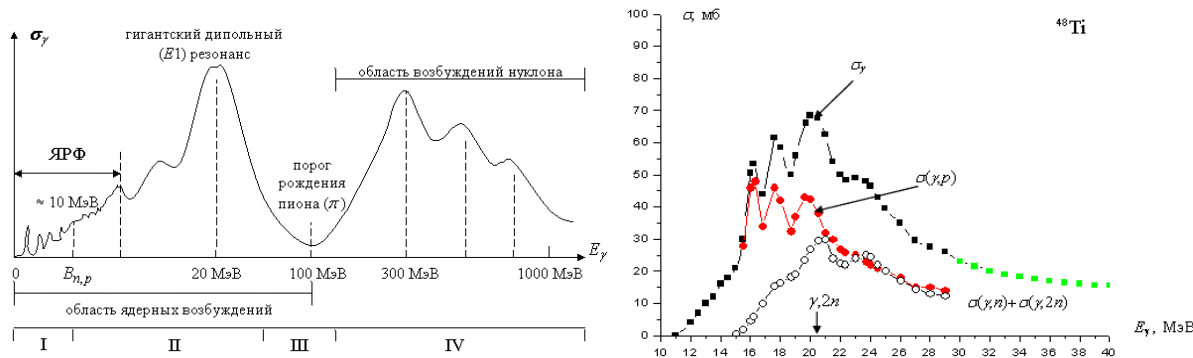


Рис. 1. Спектри ядерних резонансів [5]

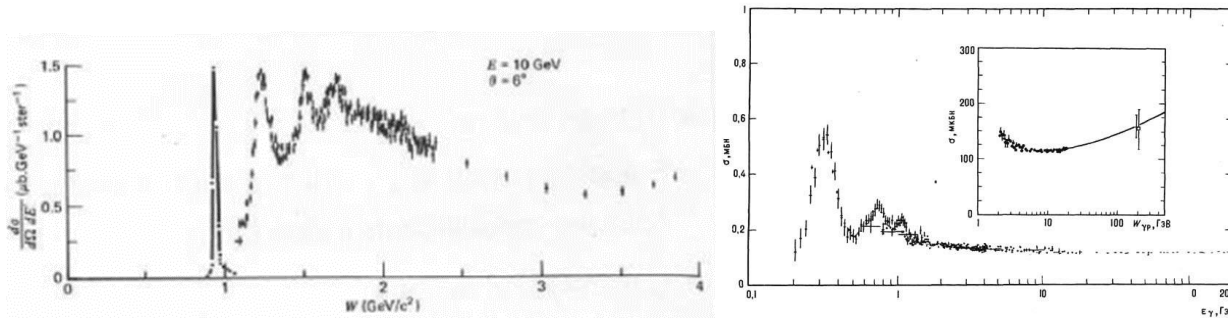


Рис. 2. Резонансні перерізи розсіяння електронів (зліва) та гамма-квантів (справа) на протонах [4, 6]

Для порівняння слід розглянути класичні результати щодо розсіяння електронів на протонах (рис. 2), які вельми подібні до ядерних резонансів на рис. 1. Вони, як видно, також містять звужену тріаду резонансів, накладену на вширений кластер. Це свого часу стало у витоках цілковито хвбної кваркової моделі адронів [4]. Насправді ж резонансний триплет тут обумовлений термокомплексами на мюонах як складових адронів [2, 3]. При $Q = 0,83$, $m = m_\mu$ за співвідношеннями (19, 23) отримуємо характерний зовнішній радіус цих термокомплексів 0.50 фм, який за попередньою аналогією співпадає з радіусом своєрідної мюонної α -частинки в структурі збудженого протона. Це дозволяє визначити, власне, радіус самого мюона як базової складової адронів, аналогічної нуклонним складовим ядра : 0,25 фм . Зазначений вище аналог альфа-частинки на мюонах у складі протону пояснює, споміж іншого, своєрідний антирезонанс, який спостерігається при розсіянні каонів на протонах (рис. 3) внаслідок близькості мас цієї частинки та каонів.

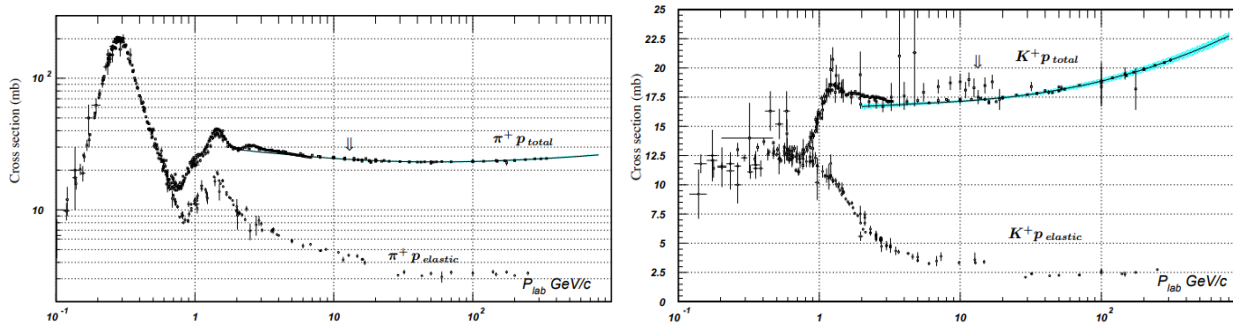


Рис. 3. Резонансні та антирезонансні перерізи розсіяння піонів (зліва) та каонів (справа) на протонах [6].

Відношення групової швидкості мюонних збурень в протоні (для зовнішньої «західної» оболонки) до швидкості світла у вакуумі становить згідно з (17, 23) величину близько 3,1 . На відміну від попереднього випадку ядерного резонансу на нуклонах, густина приєднаної маси тут у 5-6 разів вища за густину нуклонів, що свідчить про концентрацію маси мюонних складових нуклонів у відносно компактному об'ємі. Це пояснює відомі результати щодо глибоко непружного розсіяння на протонах та причини ілюзорного введення точкових кварків-партонів [4]. Вширений резонансний кластер на рис. 2 відіграє роль аналога гігантського ядерного резонансу на рис. 1. Слід звернути увагу на високоенергетичний обрив цього кластеру, обумовлений тунельними процесами в резонансних структурах [2].

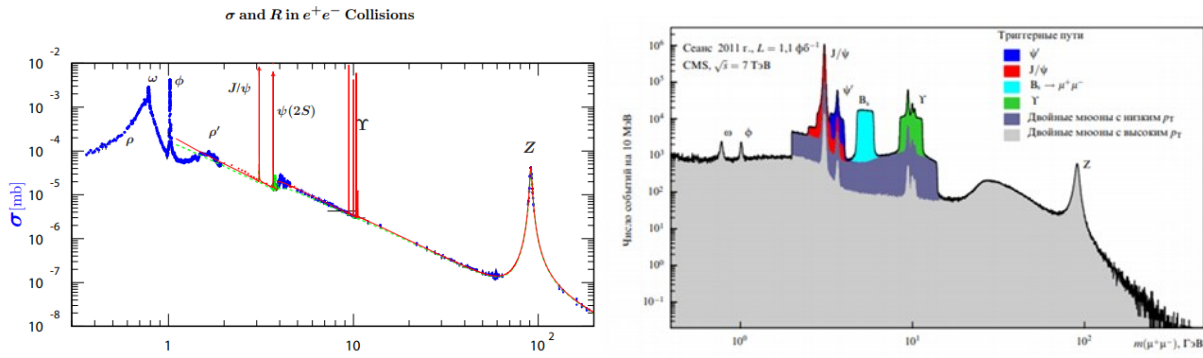


Рис. 4. Результати колайдерних експериментів у зустрічних електрон-позитронних (зліва) та протонних (справа) пучках [6]

Мюонна структура адронів, яка цілковито узгоджується з результатами вищенаведених розрахунків, дістає додаткового підтвердження в даних колайдерних експериментів – рис. 4. Між тим, домінуюча нині інтерпретація цих даних [6] лежить в руслі цілковито хибної стандартної моделі фундаментальних взаємодій (SM), яка штучно виділяє високоенергетичний z -резонанс на рис. 4 в особливий калібрувальний бозон електрослабкої взаємодії. В дійсності ж, на спектрах рис. 4 чітко виділяються резонансні триади інерційних збурень – у т.ч. триада з інертною масою мюона ($m = m_\mu$) у складі z -резонансу («східна» E -компонента), J/ψ -резонансу (середня M -компонента) та, власне, мюона («західна» W -компонента). Їх енергії, як вже відзначалось [2, 3], зв'язані мультиплікативним співвідношенням типу (21):

$$E_{J/\psi}^2 = E_z \cdot m_\mu \cdot c^2 \tag{59}$$

Виходячи з даних рис. 4, знаходимо значення параметра $Q \approx 3,40 \cdot 10^{-3}$, за якого при $m = m_\mu$ з вищенаведених співвідношень отримуємо: $R_z \approx 1,2 \cdot 10^{-17}$ м, $R_{J/\psi} \approx 6,4 \cdot 10^{-17}$ м, $V_z/c \approx 5,4$, $V_{J/\psi}/c = 1$, $T \approx 3,93 \cdot 10^{13}$ °К. Остання величина характеризує температуру мюонної плазми, що виникає в результаті зіткнень прискорених частинок. Ця плазма цілком альтернативна ілюзорній кварк-глюонній плазмі, якою зазвичай оперують [4]. Як слідує з даних рис. 4, мюонна плазма містить також залишки протонів (лінії Υ -резонансів) та дейтонів (лінії B -резонансів). Енергії відповідних ліній менші за енергію z -резонансу у m_p/m_μ та m_d/m_μ разів. Разом з J/ψ -резонансом Υ - та B -резонанси, як видно, утворюють окрему (дещо асиметричну) триаду. Крім того, на спектрі рис. 4 явно виділяється ніяк не відмічений теоретиками SM вширений хітонний кластер з енергією близько 29 GeV, який формує черговий триплет з Υ - та z -резонансами. Цей кластер аналогічний хітонному кластеру в технічній системі різання (рис. 12, $f \approx 300$ Гц), незважаючи на те, що відношення відповідних енергій тут становить 22 порядки величини. У низькочастотній області спектри рис. 4 виходять на вже зазначену «сходінку» у відповідності з співвідношенням (35) для гетерогенної системи інерційних збурень.

З іншого боку, низькоенергетичні краї резонансних кластерів на рис. 1,2 мають чітко виражений лінійний характер у відповідності з виразом (33) для хітонного квантового газу. Аналогічна лінійність характерна також для електронів β -розпаду та реакторних антинейтрино (рис. 5). Це дозволяє вважати β -розпад нейтрона та ядер результатом трансформації резонансної триади хітонних збурень.

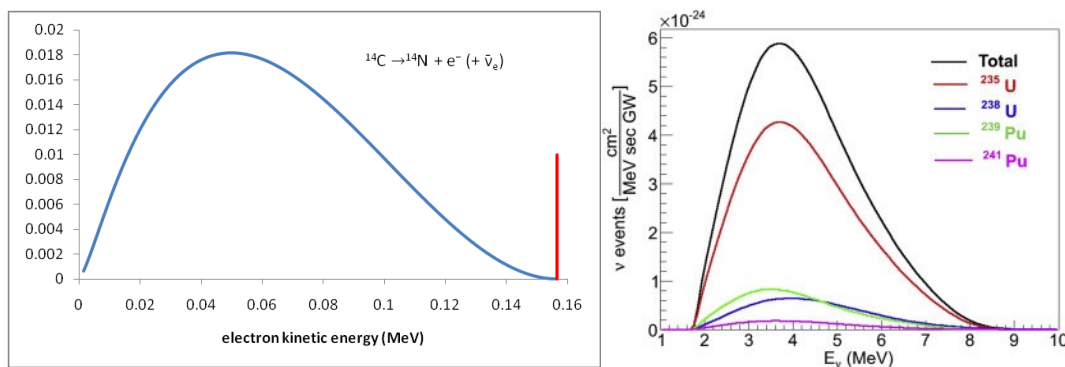


Рис. 5. Спектри електронів бета-розпаду та реакторних антинейтрино [7, 8]

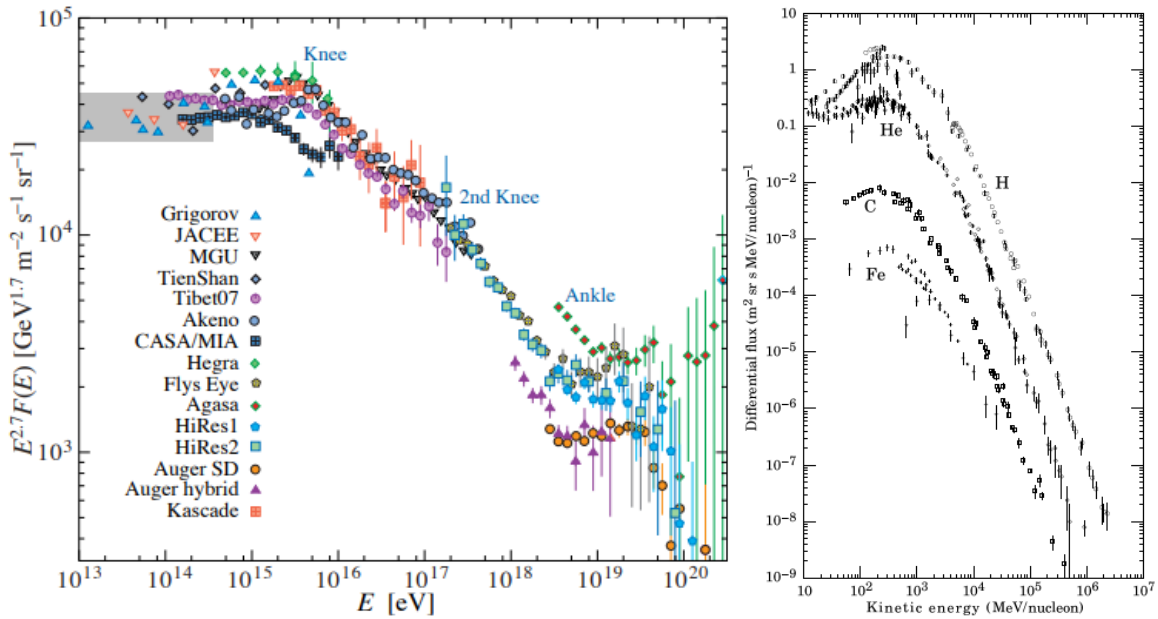


Рис. 6. Спектри космічних променів надвисоких та середніх енергій [6]

Із вищенаведених співвідношень маємо наступні взаємозв'язки :

$$M = \frac{2m^2 \cdot c^2}{\beta^2 \cdot k_B \cdot T} \cdot \frac{1}{Q^2} = \frac{2m^2 c}{\beta \cdot (h \cdot m \cdot f(\lambda_{\max}))^{1/2}} \cdot \frac{1}{Q^2} \quad (60)$$

$$E_E = Q \cdot h \cdot f(\lambda_{\max}) = \frac{4m^3 \cdot c^2}{\beta^2 \cdot M^2} \cdot \frac{1}{Q^3} \quad (61)$$

В граничному випадку при $M = m$ з (61) слідує:

$$E_E = Q \cdot h \cdot f(\lambda_{\max}) = \frac{4mc^2}{\beta^2} \cdot \frac{1}{Q^3} \quad (62)$$

При $Q \ll 1$, як видно з (62), енергії згенерованого інерційного випромінювання значно перевищують енергії спокою відповідних частинок. За умови $M = m$ маємо:

$$k_B \cdot T = \frac{2}{\beta^2} \cdot mc^2 \cdot \frac{1}{Q^2} = \frac{Q \cdot E_E}{2} \quad (63)$$

Це дозволяє контактено прискорювати частинки до надвисоких енергій при високих температурах за рахунок зменшення параметра Q . Зокрема, даним рис. 6 для космічних променів надвисоких енергій відповідають значення:

$m = m_\mu$, $E_E \approx 5 \cdot 10^{19}$ еВ, $Q \approx 7,0 \cdot 10^{-5}$, $E_M \approx 3 \cdot 10^{15}$ еВ, $E_W \approx 2 \cdot 10^{11}$ еВ, $T \approx 2,0 \cdot 10^{19}$ К. Для космічних променів середніх енергій (рис. 6) при $m = m_p$ відповідно маємо: $Q = 0,8$, $T \approx 9 \cdot 10^{11}$ К. Для сонячних космічних променів на електронах при $Q = 0,5$ отримуємо значення $T \approx 5 \cdot 10^8$ К.

З вищенаведених співвідношень також слідує:

$$\frac{V_E}{C} = \frac{\beta \cdot k_B \cdot T}{mc^2} \cdot Q, \quad \frac{V_E^2}{C^2} = \frac{2k_B \cdot T}{Mc^2} \quad (64,65)$$

Для мюонних космічних променів при $T \approx 2,0 \cdot 10^{19}$ К тут маємо значення $V_E / c \approx 5,7 \cdot 10^3$ при $Q \approx 7,0 \cdot 10^{-5}$. Адекватність отриманих розрахункових результатів натурним даним (рис. 6) при надсвітлових швидкостях свідчить про відносність широко розтираженої теорії відносності Ейнштейна, яка штучно накладає табу на рух з надсвітловими швидкостями. Для космічних променів середніх та низьких енергій на протонах та електронах маємо граничне відношення групової швидкості до швидкості світла у вакуумі, близьке до одиниці. Це виділяє мюони здатністю до руху з надсвітловими швидкостями та розкриває відому загадку $\mu - e$ -універсальності [4]. На відміну від електронів, мюони стабілізуються при надсвітлових швидкостях.

Для середньої та «західної» компонент мюонних космічних променів маємо відповідно $V_M / c \approx 4,8$, $V_W / c \approx 0,4$. Відсутність останньої на спектрах (рис. 6) свідчить про розпад досвітлових

мюонів. Зауважимо, що на відміну від Ейнштейнівського штампу, зв'язок енергії з масою та груповою швидкістю тут наступний:

$$E = m \cdot V^2 / Q \tag{66}$$

Це значно збільшує енергію мюонних частинок порівняно з mc^2 за рахунок суттєвого зменшення параметра Q .

Резонансні триплети на спектрах космічних систем

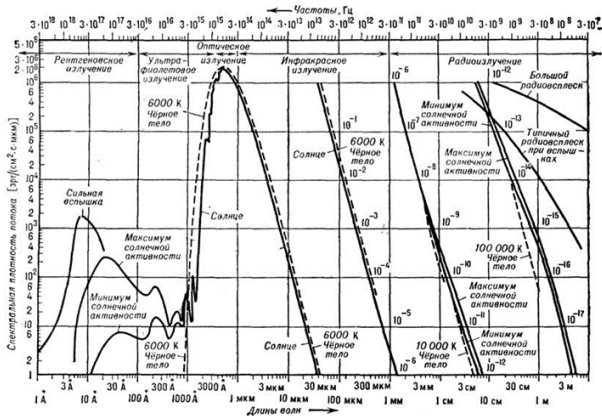
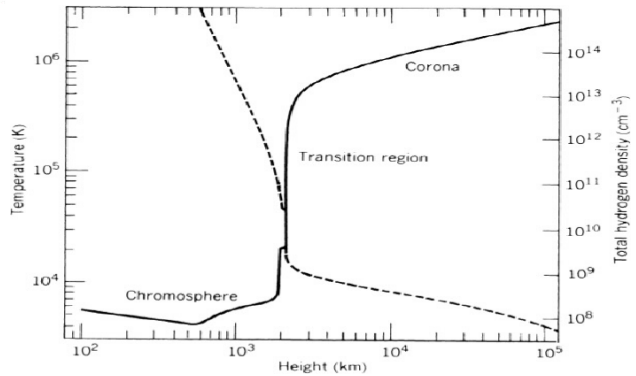


Рис. 7. Спектри електромагнітного випромінювання Сонця [4]
 Рис. 8. Висотні залежності температури та густини в атмосфері Сонця [9]



Аналіз трійстих резонансів в системах космічних масштабів варто розпочати зі спектру випромінювання Сонця – рис. 7. Домінуючий тут E -резонанс лежить у видимій та інфрачервоній ділянці спектру в той час, як середній M -резонанс займає рентгенівську область. Високочастотний W -компонент триплету попадає в діапазон γ -випромінювання та реально фіксується лише в періоди сонячних спалахів [4]. При $\lambda_{max} \approx 0,45 \text{ мкм}$, $R_{he}^* \approx 6,28 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^2$ з виразу (41) отримуємо значення хітонної температури Сонця $T_{he} / k_B \approx 4,45 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{K}$, вельми відмінне від значення $T \approx 6,44 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{K}$, отримане з виразу (43) для закону Віна у спектрі класичного теплового випромінювання, а також від значення $T \approx 5,78 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{K}$, отримане на основі закону Стефана–Больцмана [4]. Неспівпадання останніх двох величин підкреслює цілковиту неадекватність уявлень щодо чорнотільного спектру Сонця [4]. З врахуванням λ_{max} та T_{he} на основі (38) отримуємо значення кооперативної в'язкості хітонних термокомплексів Сонця: $\nu_{co}^S \approx 10,1 \text{ м}^2/\text{с}$, звідки при $m = m_e$ (маса електрона) з виразу (3) знаходимо значення параметра $Q \approx 8,72 \cdot 10^4$. За такого значення вирахована згідно (46,47) густина приєднаної маси відповідає густині електронної компоненти сонячної плазми у контактному шарі між хромосферою та короною Сонця – рис. 8. Врешті, з врахуванням параметра Q та виразу (28) отримуємо характерну довжину хвилі рентгенівської M -компоненти триплету:

$\lambda_M \approx \lambda_{max} / \sqrt{Q} \approx 16 \text{ \AA}$, що цілком відповідає натурним даним (рис. 7) та підтверджує адекватність проведеного розрахунку.

Аналогічні розрахунки можуть бути проведені для мікрохвильового фонового космічного випромінювання, хибно віднесеного на рахунок «релікту» від т.з. Великого вибуху [4]. В дійсності ж, це випромінювання з квазірівноважною температурою близько 2,7 градусів Кельвіна генерується кавітаційним топологічним розривом комплексного простору на периферії Сонячної системи [1-3]. Розрахована концентрація електронної компоненти космічної плазми на цьому розриві складає близько 0,001 частинок в кубічному сантиметрі. Він відділяє периферійну холодну фотосферу від периферійної корони Сонячної системи, максимум випромінювання якої з довжиною хвилі близько 0,12 мкм лежить в ультрафіолетовій ділянці спектру.

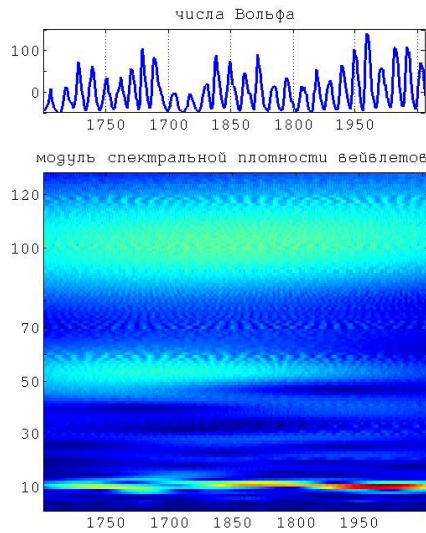


Рис. 9. Вейвлет-спектр періодів сонячної активності [10]

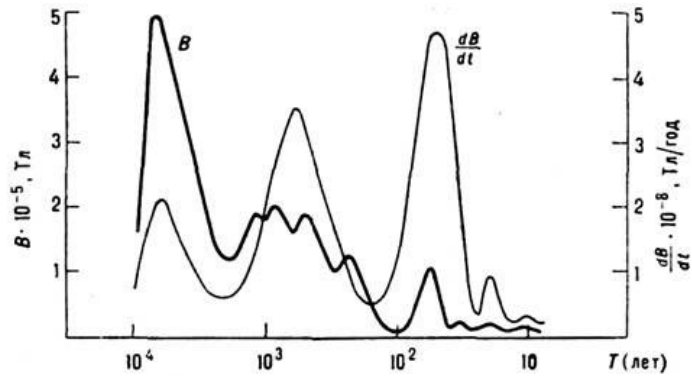


Рис. 10. Спектр часових варіацій геомагнітного поля [4]

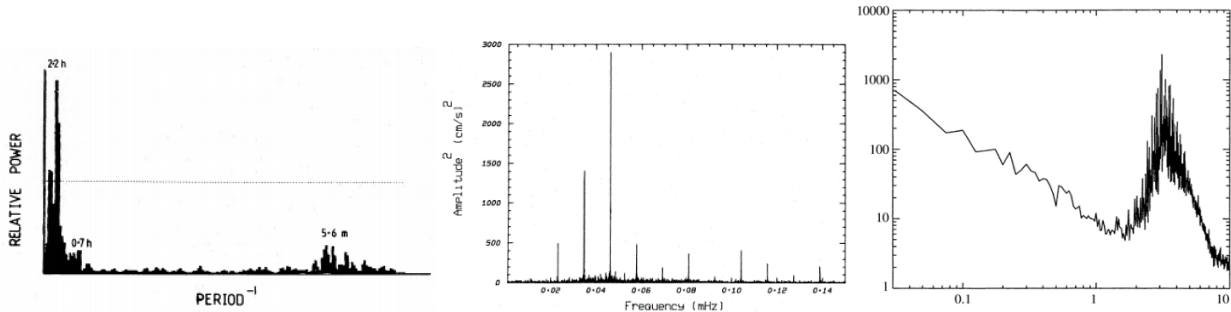


Рис. 11. Спектри варіацій яскравості сонячного диску [4]

Сонячна та геодинамічна активність також обумовлена значними часовими та просторовими масштабами – рис. 9,10. Резонансна тріада періодів сонячної активності (рис. 9) включає основний квазідинадцятирічний період ($\tau_M \approx 10,85$ років), квазістолітній період ($\tau_W \approx 100$ років) та квазірічний період ($\tau_E \approx 1,1$ року), звідки визначаємо параметр $Q \approx 0,108$. За співвідношеннями (48-58) встановлюємо далі: $m / M_S \approx 2,2 \cdot 10^{-5}$, $\rho_g \approx 2,6 \cdot 10^{-10}$ кг/м³, $R_M \approx 1,23 \cdot 10^{13}$ м ≈ 83 а.о. Остання величина практично співпадає з середнім радіусом т.з. границі ударної хвилі в геліосфері. Менш виражений на рис. 9 півстолітній цикл сонячної активності разом із столітнім та квазідвохсотлітнім циклами при $Q = 1/2$ утворюють додаткову тріаду із середнім радіусом близько 130 а.о., відповідним розміру геліопаузи.

Резонансний триплет періодів геомагнітної активності (рис. 10) включає величини: $\tau_E \approx 60$ років, $\tau_M \approx 600$ років, $\tau_W \approx 7000$ років, звідки $Q \approx 0,09$. У цьому випадку з (48-58) слідує: $m / M_3 \approx 2,9 \cdot 10^{-8}$, $\rho_g \approx 4,4 \cdot 10^{-16}$ кг/м³. Радіус довготривалої складової тут практично рівний сонячному (для основної тріади), що підкреслює спільне космічне походження як сонячної, так і геомагнітної активності.

Для короткоперіодних циклів Сонця (рис. 11) при $\tau_E^{-1} = f(\lambda_{max}) \approx 3$ мГц, $f_M \approx 0,04$ мГц, $Q \approx 1,33 \cdot 10^{-2}$ за співвідношеннями (48-58) знаходимо: $R_E \approx 4,9 \cdot 10^9$ м $\approx 7,0 R_S$, $R_M \approx 4,2 \cdot 10^{10}$ м $\approx 0,28$ а.о. Остання величина близька до радіуса орбіти Меркурію, що споміж іншого пояснює відомі аномалії його перигелію, котрі зазвичай приписує собі загальна теорія відносності.

Для радіопульсарів при характерних значеннях $\tau_E \approx 6$ мс, $Q \approx 0,04$ за співвідношенням (53) знаходимо значення $\rho_g \approx 1,1 \cdot 10^{11}$ кг/м³, вельми далеке від стійких та хибних уявлень про надщільні нейтронні зорі та чорні діри, котрі нібито обумовлюють активність пульсарів [4]. Насправді ж, рекордна стабільність періодів радіопульсарів пояснюється автосинхронізацією гравітаційних та електромагнітних мод інерційного випромінювання, контактено-згенерованого в надрах цих масивних космічних об'єктів.

Троїсті резонанси на спектрах інерційних збурень в технічних системах



Рис. 12. Спектри (вгорі) та акустограми (внизу) процесів різання за умови синхронізації гравітаційних та електромагнітних мод (зліва) та без такої синхронізації (справа)

На рис. 12-13 наведені спектри інерційних збурень в технічних системах, на яких виразно проступають характерні резонансні тріади. Параметр Q тут може бути безпосередньо визначений зі співвідношення частот (25–27) або ж виходячи з виразів (44–47) для густини приєднаної маси. Зокрема при $f(\lambda_{\max}) = 2,7$ кГц (рис. 12) $\rho \approx 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³ (сталь), $m = 3,34 \cdot 10^{-27}$ кг (дейтон) з (46,47) знаходимо значення $Q \approx 1,45 \cdot 10^{-2}$, звідки $f_M = f(\lambda_{\max}) \cdot Q \approx 39$ Гц, $f_W = f(\lambda_{\max}) \cdot Q^2 \approx 0,57$ Гц. Аналогічно при $f_E = f(\lambda_{\max}) = 5,6$ кГц (рис. 12) $m = 1,673 \cdot 10^{-27}$ кг (протон), $\rho \approx 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³ (сталь) тут маємо: $Q \approx 7,4 \cdot 10^{-3}$, $f_M = f(\lambda_{\max}) \cdot Q \approx 41$ Гц, $f_W = f(\lambda_{\max}) \cdot Q^2 \approx 0,31$ Гц. Як видно з рис. 12, знайдені таким чином частоти f_E , f_M є домінуючими на спектрах збурень (поряд з оберотною частотою енергетичної накачки $\approx 13,3$ Гц). Останню слід віднести на рахунок інфразвукових гравітаційних мод. Синхронізація цих мод з високочастотними електромагнітними модами веде до аварійно-небезпечних бафтингових режимів функціонування контактних технічних систем – рис. 12.

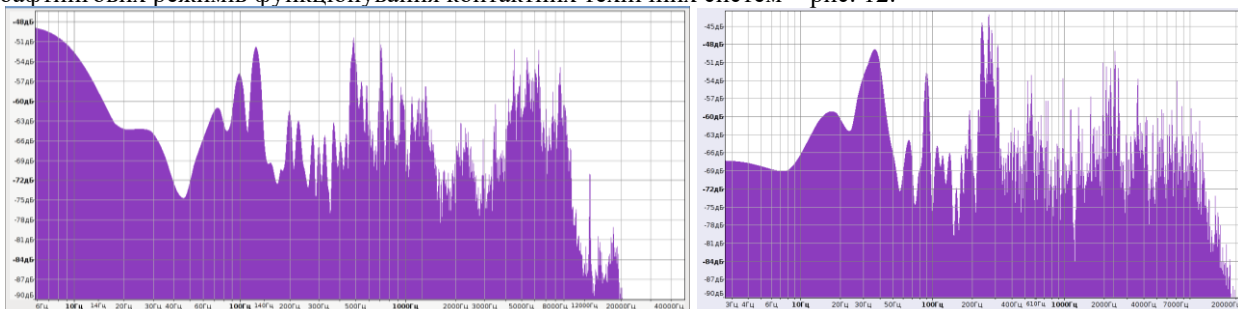


Рис. 13. Мультиплікативні тріади резонанси в контактах різання (зліва) та кочення (справа)

Вищенаведений взаємозв'язок резонансних частот та довжин хвиль інерційних збурень з локальною термодинамічною температурою веде до динамічної саморегуляції температури в системах контактної взаємодії. До прикладу, у попередньому випадку (рис. 12) вона встановлювалась у зоні різання на рівні близько 340 °К.

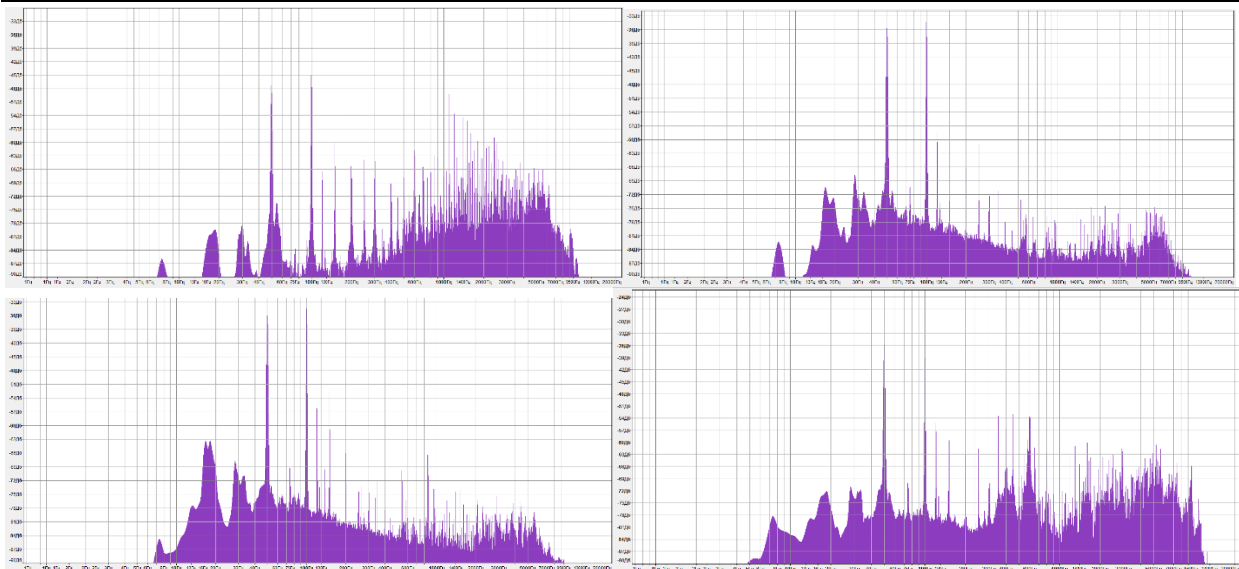


Рис. 14. Акустичні спектри контактної фретингу за умов: 6000 циклів (зліва вгорі), 90000 циклів (справа вгорі), 330000 циклів (зліва внизу), 528000 циклів (справа внизу)

На прикладі контактної фретингу (рис. 14) прослідковується залежність каскадного транспорту енергії інерційних збурень від режиму роботи контактної з'єднання. На початковому етапі припрацювання домінує прямий каскад – в бік менших просторових та часових масштабів, який обумовлює інтенсивне фретинг-зношування на фактичних мікроплямах контакту. Припрацьований режим характеризується оберненим енергетичним каскадом. Врешті на етапі катастрофічного фретинг-зношування з'являється чітко виражений резонансний триплет.

Високочастотні ультразвукові спектри та осцилограми сигналів акустичної емісії в контактних трибосистемах (рис. 15) якісно подібні до ядерних та колайдерних спектрів (рис. 1, 2) та містять звужені резонансні лінії на фоні виширених кластерів. Рис. 16 демонструє катастрофічний перехід від квазімонохроматичного режиму контактної взаємодії до мультиплікативного режиму з поєднанням високих локальних температур плавлення із різким глибинним зниженням температури. Це веде до схоплення, задири та катастрофічного зношування.

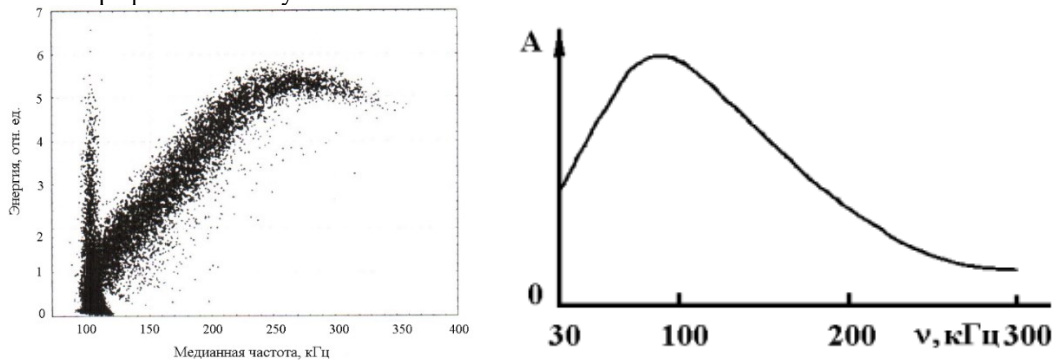


Рис. 15. Спектри акустичної контактної емісії в ультразвуковому діапазоні [11, 12]



Рис. 16. Осцилограми переходу від нормативного до аварійного режиму динамічної контактної взаємодії [12]

Резонансні тріади в геодинамічних та біологічних системах

Взаємозв'язок гравітаційних резонансних тріад з геодинамічними та регуляторними процесами в біосистемі Землі виявляється, зокрема, в циклічних масових виміраннях на планеті, що відбуваються з характерними періодами близько 26 млн. років та близько 250 млн. років ($Q = 0,1$) – рис. 17. Їм відповідають просторові радіуси гравітаційних мод близько 10000 а.о. та близько 30000 а.о. у Хмарі Оорта на периферії Сонячної системи. Зміна льодовикових періодів на глобальні потепління (рис. 17) регулюються гравітаційними тріадами в масштабах сотень, або ж тисяч астрономічних одиниць. Більш тривалі цикли

геодинамічної активності, відзначені рухом континентів з періодами 700-800 млн. років, обумовлені топологічними кавітаційними розривами комплексного простору з радіусами близько 0,8-0,9 світлових років щодо центру Сонячної системи. Такого роду масштаби та взаємозв'язки пояснюють, зокрема, парадоксальне на перший погляд відтворення земної географії на поверхні внутрішнього твердого ядра Землі [1].

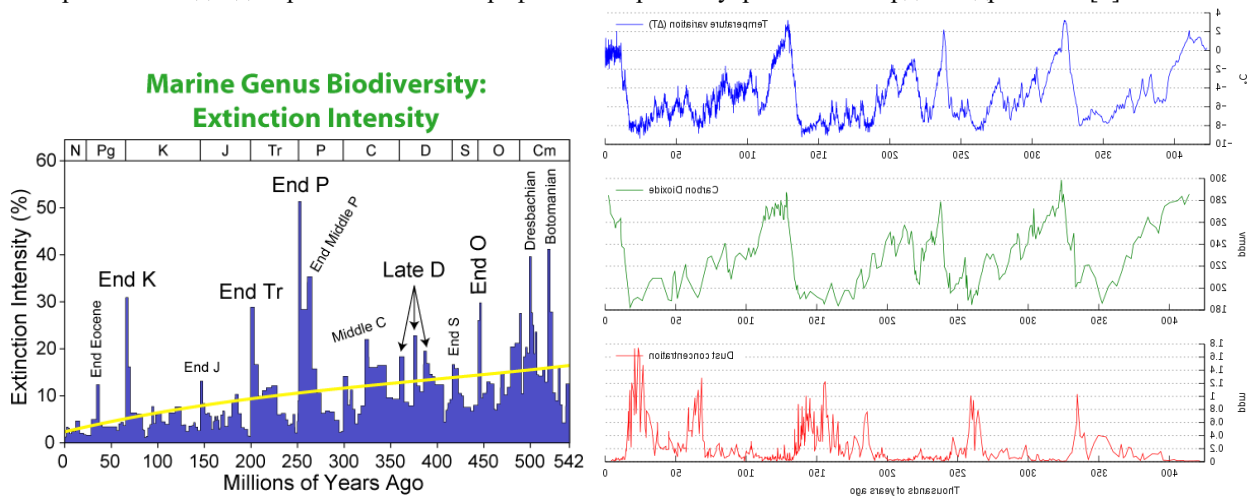


Рис. 17. Періодограми масових вимирань в історії Землі (зліва) [13] та середньотривалих варіацій температури, вмісту вуглекислого газу та пилу в атмосфері Землі (справа) [14]

Електромагнітні триади в біосистемах на мезоскопічному рівні виявлені, зокрема в т.з. біологічній трансмутації ізотопів, мітогенетичному випромінюванні, в процесах сегрегації хромосом в анафазі мітозу та ін. [1-3]. Зупинимось тут лишень на контактній капілярній термостабілізації тіла людини та механізмах її порушення. Як уже зазначалось [1], температурі тіла 36,6 градусів за Цельсієм та густині крові близько 1,05 - 1,06 грам на сантиметр кубічний згідно вищенаведених співвідношень (46,47) при $Q = 1$ відповідають термокомплекс на основі іонів природного заліза-56, що характеризуються частотою 81,65 Гц. Деструкція цієї термостабілізації коронавірусами та іншими патологічними агентами має мультиплікативний троїстий характер – з появою сателітних високотемпературної та низькотемпературної складових щодо номінальної. Це порушує корпускулярно-вихор-хвильовий рух еритроцитів капілярами крові, руйнує останні та врешті веде до мікроінсультів та інших клінічних наслідків. Така деструкція в якісному відношенні подібна до переходу від нормативного до катастрофічного режиму динамічної контактної взаємодії в технічній трибосистемі, показаному на рис. 16.

Висновки

На основі проведеного аналізу слід зробити висновки про те, що наведені розрахункові співвідношення адекватно описують властивості троїстих мультиплікативних резонансів в технічних, космічних, псевдоелементарних, геодинамічних та біологічних системах.

Література

1. Заспа Ю.П. Корпускулярно-вихор-хвильові термокомплекс (тріони) в гетерогенних системах: технічних, космічних, псевдоелементарних, біологічних. Ядро Землі: чавун, рідкий вуглець та алмази. Великий адронний колайдер: гаряча трансформація протонів. Хмара Оорта: холодний колапсний генератор космічних променів надвисоких енергій та джерело мікрохвильового фонового випромінювання / Ю.П. Заспа // Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – 2019. – № 4 (275). – С. 227–241.
2. Заспа Ю.П. Антисиметрія та кавітаційні топологічні розриви комплексного простору й інертної маси в основі ексимерних систем квантової генерації обмінного інерційного випромінювання. Мономерна рівновага та утворення речовини / Ю.П. Заспа // Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – 2022. – № 5 (313). – С. 159–167.
3. Заспа Ю.П. Гідродинамічно-хвильове калібрування потенціалів в рівняннях Максвелла : нелінійна динаміка та когерентність, колапс, розширення та обмінна взаємодія інерційних дисипативно-колекторних збурень в нерівноважних середовищах у комплексному просторі. Спіральна турбулентність та когерентні структури тривимірного часу/ Ю.П. Заспа // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2022. – № 6 (315), т. 1. – С. 89–97.
4. Физическая энциклопедия : [в 5 т. / под ред. А.М. Прохорова]. – М. : Большая рос. энц., 1999. – 760 с.
5. Ишханов Б.С. Гигантский дипольный резонанс атомных ядер. Предсказание, открытие и исследование / Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов // УФН. – 2021. – Т. 191, № 2. – С. 147–162.
6. Review of Particle physics. Particle Data Group. URL: <http://pdg.lbl.gov>
7. Why is beta decay continuous? URL: <https://socratic.org/questions/why-is-beta-decay-continuous>

8. Kim Y. Detection of Antineutrinos for Reactor Monitoring. *Nuclear Eng. Technology*. 2016. V. 48, № 2. P. 285–292
9. Mayer F.J., Reitz J. Compton Composites Late in the Early Universe. URL: https://www.researchgate.net/publication/272646055_Compton_Composites_Late_in_the_Early_Universe
10. Кононович Э.В., Миронова И.В., Батурын В.А. Частотно-временной анализ рядов солнечной активности. URL: <http://www.elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/MFTI/2006/182r.pdf>
11. Колубаев Е.А. Особенности акустического излучения при трении стали Гадфильда / Е.А. Колубаев, О.В. Сизова, С.А. Пупынин // *Известия Томского политехнического университета*. – 2011. – Т. 319, № 2. – С. 62–66.
12. Баранов А.В. Ультразвуковой мониторинг работы трибосопряжений / А.В. Баранов, С.В. Тарасевич, В.А. Вагнер // *Ползуновский вестник*. – 2012. – № 1. – С. 23–27.
13. Масове вимирання. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
14. Льодовикова ера. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

References

1. Zaspа Yu.P. Korpuskuliarno-vykhор-khvylovi termokompleksy (triony) v heterohennykh systemakh: tekhnichnykh, kosmichnykh, psevdoelementarnykh, biolohichnykh. Yadro Zemli: chavun, ridkyi vuhlets ta almazy. Velykyi adronnyi kolaider: hariacha transformatsiia protoniv. Khmara Oorta: kholodnyi kolapsnyi henerator kosmichnykh promeniv nadvysokyykh enerhii ta dzhерelo mikrokhvylovoho fonovoho vyprominiuvannia / Yu.P. Zaspа // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. – Tekhnichni nauky. – 2019. – № 4 (275). – С. 227–241.
2. Zaspа Yu.P. Antysymetriia ta kavitatsiini topolohichni rozryvy kompleksnoho prostoru y inertnoi masy v osnovi eksymerykh system kvantovoi heneratsii obminnoho inertsiinoho vyprominiuvannia. Monomerna rivnovaha ta utvorennia rehovyny / Yu.P. Zaspа // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. – Tekhnichni nauky. – 2022. – № 5 (313). – С. 159–167.
3. Zaspа Yu.P. Hidrodynamichno-khvylove kalibruvannia potentsialiv v rivnianniakh Maksvela : nelineina dynamika ta koherentnist, kolaps, rozshyrennia ta obminna vzaiemodiia inertsiinykh dysypatyvno-kolektornykh zburen v nerivnovaznykh seredovyshchakh u kompleksnomu prostori. Spiralna turbulentnist ta koherentni struktury tryvymirnoho chasu/ Yu.P. Zaspа // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. – Tekhnichni nauky. – 2022. – № 6 (315), t.1. – С. 89–97.
4. *Fyzycheskaia entsyklopediia* : [v 5 t. / pod red. A.M. Prokhorova]. – M. : Bolshaia ross. ents., 1999. – 760 s.
5. Yshkhanov B.S. Nyhantskyi dyopolnyi rezonans atomnykh yader. Predskazanye, otkrytye y yssledovanye / B.S. Yshkhanov, Y.M. Kapitonov // *UFN*. – 2021. – Т. 191, № 2. – С. 147–162.
6. Review of Particle physics. Particle Data Group. URL: <http://pdg.lbl.gov>
7. Why is beta decay continuous ? URL: <https://socratic.org/questions/why-is-beta-decay-continuous>
8. Kim Y. Detection of Antineutrinos for Reactor Monitoring / Y. Kim // *Nuclear Eng. Technology*. – 2016. – V.48, №2. – P.285 – 292
9. Mayer F.J., Reitz J. Compton Composites Late in the Early Universe. URL: https://www.researchgate.net/publication/272646055_Compton_Composites_Late_in_the_Early_Universe
10. Kononovych Э.В., Myronova Y.V., Baturyn V.A. Chastotno-vremennoi analiz riadov solnechnoi aktyvnosti . URL: <http://www.elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/MFTI/2006/182r.pdf>
11. Kolubaev E.A. Osobennosti akusticheskoho yzlucheniya pry trenny staly Hadfylda / E.A. Kolubaev, O.V. Syzova, S.A. Pupyryn // *Yzvestiya Tomskoho polytekhnycheskoho unyversyteta*. – 2011. Т. 319, № 2. – С. 62–66.
12. Baranov A.V. Ultrazvukovoi monytorynh raboty trybosopriazhenyi / A.V. Baranov, S.V. Tarasevych, V.A. Vahner // *Polzunovskiy vestnyk*. – 2012. - №1. – S.23 – 27.
13. Masovi vymyrannia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Masove_vymyrannia
14. Lodovykova era. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Lodovykova_era