

ІЄРАРХІЯ ВСЕСВІТУ ТА ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ

*П. О. Кондратенко, д-р фіз.-мат. наук, професор
Національний авіаційний університет*

В роботі на підставі відомих з літератури та оригінальних результатів викладена гіпотеза щодо концепції ієрархічної структури Всесвіту, яка передбачає властивості фундаментальних взаємодій на кожному ієрархічному рівні, а саме: взаємодія, що відповідає за певний рівень ієрархії, забезпечує єдність елемента ієрархічного рівня (ІР), взаємодію з подібними елементами, прийняття і компресію інформації з нижнього ІР, передачу інформації на вищий ІР, прийняття і використання директив (розв'язків) з вищого ІР, передачу директив (розв'язків) на нижчий ІР. Такі властивості фундаментальних взаємодій забезпечують швидкість передачі слабкої, сильної та електромагнітної взаємодій, яка дорівнює $3 \cdot 10^8$ м/с. Гравітаційна взаємодія поділяється на кілька ієрархічних рівнів, кожному з яких відповідає своя швидкість передачі взаємодії. Зокрема, для планетарних систем швидкість передачі взаємодії дорівнює швидкості світла. Для вищих ієрархічних рівнів вона суттєво перевищує названу величину. При цьому кванти відповідних ієрархічних рівнів не переносять імпульсу, а лише відповідають за синхронізацію часу у Всесвіті.

З теорії систем відомо, що імовірність виникнення нестійкості зростає із збільшенням складності системи, тобто великі системи в Природі не повинні існувати, що протирічить фактам. Аналіз показує, що тільки ті великі системи, які організовані за ієрархічним принципом, можуть бути стійкими. Всі інші системи в процесі еволюції повинні припинити своє існування через свою нестійкість. Отже, результатом еволюції будь-якої природної великої системи є формування її ієрархічної структури [1].

Традиційний підхід до теорії ієрархічних систем полягає у тому, що динамічні змінні, які описують ієрархічну систему, є загальними для кожного ієрархічного рівня (ІР). Внаслідок цього математичні структури динамічних рівнянь, що описують різні ІР - системи, виявляються суттєво відмінними [2-4]. Саме цим пояснюється той факт, що фундаментальні взаємодії в сучасній фізиці по-різному описуються спільними динамічними змінними. Останнє, в свою чергу, було причиною створення теорії Великого об'єднання.

Інший підхід до теорії ієрархічних систем відрізняється від традиційної тим, що тут для кожного ІР вводиться свій власний набір динамічних змінних [1,5-8]. При цьому змінні вибираються таким чином, щоб математична структура динамічних рівнянь для кожного ІР (записаних у цих нових змінних) була подібною. Такий підхід є результатом узагальнення численних експериментів та спостережень навколишнього світу.

В монографії [1] сформульовано 5 принципів, якими описуються ієрархічні структури:

1 Загальний ієрархічний принцип: все в навколишньому світі має ієрархічну природу.

2 Принцип інформаційної компресії: кожний вищий ІР завжди є простішим за попередній. Все це обумовлює те, що інформація, яка підіймається із кожного нижнього рівня на вищий, стискається

(компресується) на кожному вищому ІР. Звідси, будь - яка інформація про процеси на нижніх ІР піднімається тільки у напрямку “знизу вгору”. У зворотному ж напрямку (“згори – вниз”) поширюється інформація лише у формі “керівних вказівок”.

3 Принцип ієрархічної подібності: кожен рівень ієрархії у своїх принципових рисах будови і функціонування відтворює систему в цілому.

4 Ієрархічний аналог другого закону термодинаміки: кожний вищий ІР має меншу інформаційну ентропію, ніж попередній.

5 Ієрархічний аналог третього закону термодинаміки: найвищий рівень замкнутої ієрархічної системи характеризується інформаційною ентропією, що дорівнює нулю.

Цілком погоджуючись з наведеними принципами, додаємо, що вищим законом світобудови є закон єдності [9], який у наведеному ряді законів і принципів потрібно поставити на першому місці (основний, нульовий принцип).

Будь-яка ієрархічна структура Всесвіту може бути представлена у вигляді, зображеному на рис.1 [1]. Для прикладу можна навести кілька ієрархічних структур (табл.1). Як видно з табл.1, рівень 7 однієї ієрархічної структури (організм, людина) може бути найнижчим (1) для іншої.

Таблиця 1 - Приклади ієрархічних структур

| Ієрархія організму | Ієрархія людства | Ієрархія Всесвіту |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Клітина | Людина | Елементарні частинки |
| 2 Елемент (волокно) | Сім'я | Ядра |
| 3 Тканина | Мікрооточення (рідня, колектив, друзі, сусіди) | Атоми і молекули |
| 4 Монофункціональний орган (долька) | Макрооточення (територія) | Планетарні системи |
| 5 Поліфункціональний орган | Державні системи (відомства) | Зоряні скупчення |
| 6 Система | Держава | Галактика (молекулярна хмара) |
| 7 Організм | Людство | Метагалактика |
| 8 Верховний Керівник | Верховний Керівник | Верховний Керівник |

Згідно зі схемою ієрархічних структур (рис.1) рівень 7 представлений лише одним елементом, який, проте, не є вершиною ієрархічної структури. З другого ієрархічного принципу випливає, що рівень 8 відповідає найвищому стану, куди стікається інформація, і він видає на нижчі рівні директиви, вирішення поставленої на нижчих рівнях проблеми тощо. Такий рівень може відповідати лише Верховному Керівнику ієрархічної системи [1], що й відображено в таблиці 1.

Тепер детальніше розглянемо ієрархічну схему Всесвіту (табл.2). Важливим елементом таблиці 2 є те, що кожен вищий рівень складається з елементів безпосередньо нижчого рівня. В цьому плані важливо, що між рівнем планетарних систем і рівнем атомів та молекул немає проміжних рівнів.

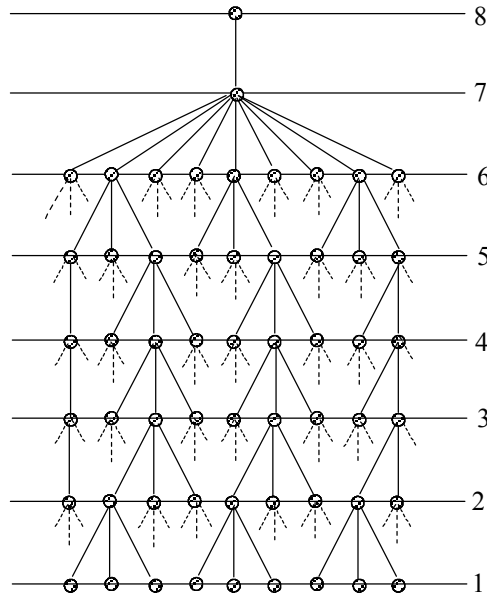


Рисунок 1 - Загальна схема ієрархічних структур

Таблиця 2 - Ієрархічні рівні Всесвіту та їх властивості

| Ієрархія Всесвіту | Розмір структурного елемента (a), м | Маса, кг | $\Delta t = \frac{h}{mc^2}$, с | Швидкість перенесення кванта поля $v = a/\Delta t$, м/с |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 Елементарні частинки | $1,32 \cdot 10^{-15}$ (протон) | $1,6726231 \cdot 10^{-27}$ | $4,4 \cdot 10^{-24}$ | $3 \cdot 10^8$ |
| 2 Ядра | $1,32 \cdot 10^{-15}$ (протон) | $1,6726231 \cdot 10^{-27}$ | $4,4 \cdot 10^{-24}$ | $3 \cdot 10^8$ |
| 3 Атоми і молекули | $1,32 \cdot 10^{-15}$ (протон) | $1,6726231 \cdot 10^{-27}$ | $4,4 \cdot 10^{-24}$ | $3 \cdot 10^8$ |
| 4 Планетні системи | $1,32 \cdot 10^{-15}$ (протон) | $1,6726231 \cdot 10^{-27}$ | $4,4 \cdot 10^{-24}$ | $3 \cdot 10^8$ |
| 5 Зоряні скупчення | $6,0 \cdot 10^{12}$ (Сонячна система) | $\sim 2,0 \cdot 10^{30}$ | $\sim 3 \cdot 10^{-81}$ | $\sim 2 \cdot 10^{93}$ |
| 6 Галактики (молекулярні хмари) | $1 \cdot 10^{18}$ (Зоряне скупчення) | $\sim 1 \cdot 10^{36}$ | $\sim 7 \cdot 10^{-87}$ | $\sim 1 \cdot 10^{106}$ |
| 7 Метагалактика | $1 \cdot 10^{21}$ (Галактика) | $\sim 2 \cdot 10^{41}$ | $\sim 3 \cdot 10^{-92}$ | $\sim 3 \cdot 10^{114}$ |
| | $1 \cdot 10^{26}$ (Метагалактика) | $\sim 1 \cdot 10^{53}$ | $\sim 7 \cdot 10^{-104}$ | $\sim 1 \cdot 10^{131}$ |

У відповідності до ієрархічної структури Всесвіту кожному IP відповідає свій тип взаємодії. Ця взаємодія для окремого елемента

ієрархічної структури забезпечує часову єдність (вимога основного закону), а відносно всіх інших елементів того ж ІР – взаємодію.

Вимога єдності передбачає, що елемент ієрархії рухається в дискретному часі як єдине ціле, що можливо лише в тому випадку, коли за час Δt , що відповідає кроку дискретності часу для даного рівня [9], інформація про єдність охопить елемент ієрархічної структури. Останнє може бути лише при певній швидкості перенесення кванта відповідного поля $v = a/\Delta t$, де a – розмір елемента.

Легко побачити, що елементом ядра є протон. Сильна взаємодія, яка відповідає за властивості ядра, забезпечує взаємодію між протонами і нейтронами в ядрі. Як випливає з наведених в таблиці розрахунків, ця взаємодія повинна поширюватися зі швидкістю $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Для оцінки швидкості перенесення слабкої взаємодії, яка характеризує елементарні частинки (ІР №1), ми взяли окремий протон як резонансну частинку до вільного (а тому нестабільного) нейтрона. Слабка взаємодія характеризує властивості багатьох елементарних частинок, але від цього властивості самої взаємодії залишаються постійними. Тому потрібно вибрати найважливішу в природі елементарну частинку. Цією частинкою і може бути протон чи нейтрон.

В атомах основним типом взаємодії є електромагнітна взаємодія. Ця взаємодія утримує електрон на орбіті навколо ядра (протона). Отже, на протоні реалізується і електромагнітна взаємодія, яка з неминучістю повинна передаватися зі швидкістю $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, оскільки лише при такій швидкості вона забезпечує часову єдність електричного заряду протона. Ця взаємодія характеризується дальністю, тому спроможна утримувати електрон в атомі, а речовину - в конденсованому стані.

В планетарній системі, яка включає всю матерію в радіусі орбіти Плутона, елементарним елементом маси є елемент нижнього ІР, тобто знову протон. Це спричиняє той факт, що для забезпечення єдності маси протона поле планетарної взаємодії повинно переноситися зі швидкістю $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, а взаємодія між масовими частинками забезпечить існування планетарної системи.

Таким чином, виходячи лише з принципів ієрархічних систем ми знаходимо величину швидкості перенесення взаємодії, яка повністю збігається з відомою величиною, знайденою з теорії та експериментальних досліджень поширення електромагнітних хвиль.[#]

Нижнім ІР для зоряних скупчень є планетарні системи як елемент зоряних скупчень. Це зумовлює той факт, що швидкість перенесення кванта поля на цьому ІР досягає величини $\sim 10^{93}$ м/с.

Розглядаючи аналогічно два наступні рівні, визначаємо, що швидкість перенесення кванта поля між зоряними скупченнями в галактиці повинна бути $\sim 10^{106}$ м/с, а між галактиками в Метагалактиці - 10^{114} м/с. При цьому слід зазначити, що елементами ієрархічної системи можуть виступати також скупчення та надскупчення галактик. У такому разі додасться ще два рівні в ієрархічній системі Всесвіту.

Метагалактика одна. Її власне поле для забезпечення єдності Метагалактики повинно переносити квант зі швидкістю $\sim 10^{131}$ м/с. Проте це перенесення відповідає лише за дискретний рух Метагалактики в часі (є причиною плину часу), за перенесення інформації з найвищого ІР та за перенесення директив у формі законів, зокрема, закону єдності

[#] При зазначених в таблиці розмірах протона швидкість перенесення кванта поля дорівнює 299882805 м/с. Проте помилка у визначенні діаметра протона всього на одиницю в третьому знаку після коми ($(1,32 \pm 0,001) \cdot 10^{-15}$ м) призводить до помилки у визначенні швидкості взаємодії ± 227356 м/с. Тому використовуючи експериментальне значення швидкості світла у вакуумі, можна обчислити діаметр протона $1,3196 \cdot 10^{-15}$ м.

на всі нижчі рівні. Аналогічно, поле кожного ІР переносить вгору по ієрархії інформацію, а вниз - директиви. Саме для Метагалактики як єдиного елемента ІР в [9] викладена теорія дискретності часу.

Цікавим в ієрархічній схемі є наявність кількох різновидів масових полів, в той час як електромагнітній, сильній та слабкій взаємодії відповідає лише по одному ІР.

Поле Метагалактики несе нульову взаємодію з іншими об'єктами. Відмінність властивостей поля Метагалактики від поля галактики чи планетарної системи підтверджує правильність поділу матерії у Всесвіті на кілька ІР. Саме наявність таких рівнів забезпечує єдність Всесвіту в цілому і єдність кожного окремого ІР зокрема.

Виходячи з такої структури Всесвіту, неважко здогадатися, за яким сценарієм відбувалося його народження після первісного вибуху. Початок розвитку сценарію характеризувався лише одним ІР (№7), що відповідає стисненому зародку Всесвіту. В міру розширення зародка Всесвіту народжувався рівень 6, тобто Всесвіт структурувався на галактики. Вони, в свою чергу, структурувалися на зародки зоряних скупчень, а останні - на зародки планетарних систем. І лише подальше розширення Всесвіту привело до народження універсального елемента Всесвіту – протона, який забезпечив створення всіх нижніх ІР і відповідних взаємодій. Система закономірно повинна прагнути до ієрархічної структури, а тому неминуче повинна була пройти всі ці стадії свого розвитку.

Таким чином, ієрархічна система Всесвіту повністю відповідає третьому принципу (принцип ієрархічної подібності), а саме: взаємодія, що відповідає за певний рівень ієрархії, забезпечує єдність елемента ІР, взаємодію з подібними елементами, прийняття і компресію інформації з нижнього ІР, передачу інформації на вищий ІР, прийняття директив (розв'язків) з вищого ІР, передачу директив (розв'язків) на нижчий ІР. Логічно припустити, що остання дія не властива для нижнього ІР, тобто в цьому випадку передача інформації вниз дорівнює нулю. Це стосується лише того типу інформації, яка переноситься в межах ієрархічної системи. Можна скласти ієрархічну структуру, на вершині якої (ІР 7) буде саме елементарна частинка. Проте в цій схемі буде передаватися інформація іншого типу.

Згідно з принципом ієрархічної подібності кожна фундаментальна взаємодія повинна описуватися однаковою чином, проте з використанням різних змінних. Математична процедура переходу від одного ІР до іншого, яка описана в [1] для випадку електродинамічних систем, повинна єдиним чином описати властивості всіх фундаментальних взаємодій. Певно, при цьому може виявитися, що між різними ІР є певні зв'язки, які повинні дещо порушити математичну простоту окремого елемента ієрархічної системи. Інакше кажучи, в рівняння електромагнітної взаємодії повинні вносити вклад планетарна та сильна взаємодії*. Аналогічно щодо інших ІР.

З того факту, що для верхнього ІР (Метагалактики) величина взаємодії дорівнює нулю, випливає, що величина цієї взаємодії (в межах радіуса взаємодії) повинна зростати з пониженням ІР (шостий принцип). І дійсно, цей факт знаходить підтвердження при порівнянні величини взаємодії на різних ієрархічних рівнях: маса віртуальної частинки, відповідальної за взаємодію, збільшується з пониженням ієрархічного рівня. Звідси випливає, що взаємодія між елементами 5-7 ІР буде

* Можна звернути увагу на те, що теорія Максвелла вказувала на величину швидкості світла, яка досягає $3 \cdot 10^8$ м/с, в той час як експеримент показав величину 299792458 м/с, що менше теоретично знайденої величини на 207542 м/с. Сучасна фізика „відмахнулась” від такої розбіжності, хоча варто було б звернути на неї увагу: а раптом вона відповідає впливу верхнього ієрархічного рівня на швидкість поширення електромагнітної взаємодії.

надзвичайно малою, так і її вкладом в гравітаційну (IP №4) взаємодію між тими самими елементами з великою точністю можна знехтувати.

Надзвичайно швидке зменшення енергії взаємодії між елементами одного і того ієрархічного рівня при переході від електромагнітної до гравітаційної взаємодії дозволяє припустити, що при переході на п'ятий IP ця енергія повинна зменшитися до нуля (в ній просто не буде потреби). Така енергія взаємодії можлива лише у тому випадку, коли енергія (імпульс) кванта поля відповідного IP дорівнює нулю, що дозволить суттєво підвищити його швидкість, необхідну для синхронізації часу в межах ієрархічного елемента. Таким чином, ми дійшли до висновку, що між елементами 5-7 IP відсутня взаємодія в межах одного IP, а велика швидкість перенесення кванта поля на цих рівнях дозволяє забезпечувати єдність структурного елемента, а також інформаційну взаємодію між різними IP.

Традиції, до яких звикли сучасні фізики, часто заважають їм сприйняти можливість існування швидкості перенесення інформації, яка перевищувала б швидкість світла. Проте всім відомо, що фазова швидкість електромагнітної хвилі (відсутнє перенесення енергії) може перевищувати швидкість світла.

Обмежень, які накладає теорія відносності на швидкість перенесення енергії (імпульсу), на вищих IP може і не бути, оскільки імпульс не переноситься. З експериментів М.О.Козирева [10-12] відомо, що у Всесвіті існує перенесення інформації зі швидкістю, яка значно перевищує швидкість світла (миттєве перенесення через Всесвіт). Нічого дивного немає у тому, що швидкість перенесення інформації на вищих ієрархічних рівнях Всесвіту значно перевищує швидкість світла, аби при цьому не було перенесення імпульсу.

До висновку про миттєве перенесення інформації у Всесвіті можна дійти і на підставі того, що ми маємо можливість спостерігати за зірками і галактиками. Якби не було синхронізації часу в окремих ділянках Всесвіту, могло б відбутися зміщення „годинників” в цих ділянках хоча б на один квант часу, і внаслідок цього вони просто зникли б з поля зору або, навпаки, з'явилися б в тому місці, де їх раніше не було. Ми ж спостерігаємо незмінну картину Всесвіту. Все це свідчить про те, що час у Всесвіті проходить одночасно, синхронізовано, тобто існує керуючий елемент, який синхронізує час. Таким синхронізуючим елементом і є квант IP 7, який рухається поза часом, а в дискретні моменти часу відбувається знищення попереднього і народження нового кванта [9]. Тому не зовсім коректно говорити про швидкість руху цього кванта. Швидше, він при народженні миттю охоплює Всесвіт, а при знищенні переміщає Всесвіт на один квант часу вперед. Такий квант не несе з собою імпульсу, а тому не може переміщуватися зі скінченою швидкістю. Можливо, такий механізм буде погоджуватися з думкою В.Є.Жвірбліса [13] про те, що час необхідно вважати не самостійним фізичним явищем, а наслідком якихось фундаментальних енергетичних процесів, що приводять у дію "космічний годинник".

За відсутності перенесення інформації з найнижчого рівня вниз впливає, що з підвищенням IP (тобто з пониженням інформаційної ентропії) інтенсивність такого перенесення повинна суттєво зростати (наслідок четвертого принципу). Виходячи з цього, можна вважати, що в рівняння електромагнітної взаємодії більший вклад буде давати рівняння планетарної, ніж сильної взаємодії. Аналогічно, вклад 5-го IP в планетарну гравітаційну взаємодію буде значно вищий, ніж вклад електромагнітної взаємодії. А оскільки на п'ятому IP немає перенесення імпульсу, то його вклад у гравітаційну взаємодію 4-го рівня відсутній. Збільшення інтенсивності перенесення сигналів управління з підвищенням ієрархічного рівня є необхідною умовою для забезпечення

єдності Всесвіту на всіх рівнях. З іншого боку, пониження інтенсивності такого перенесення при пониженні номера ІР не вплине на єдність Всесвіту, оскільки нижні ІР представлені одним і тим самим елементом.

Дискретність часу для Метагалактики визначається величиною $\Delta t_0 = h/M_B \cdot c^2 \sim 10^{-103}$ с, де M_B – маса Всесвіту. В [9] зроблено припущення, що повноваження постійної Планка поширюються і на дискретність часу. Величина Δt_0 і буде квантом часу, який об'єднує і синхронізує Всесвіт. Вона буде передаватися на нижні ІР у формі закону (директиви). Звичайно, на кожному ІР є свій квант часу, величина якого значно перевищує Δt_0 , оскільки маса речовини на нижніх рівнях на багато порядків менша від величини M_B . Проте синхронізація, яка забезпечує єдність Всесвіту, забезпечить умову, згідно з якою квант часу на нижньому рівні в ціле число разів відрізняється від Δt_0 . При цьому, на перший погляд, окремі елементи ієрархічних рівнів повинні існувати в різні моменти часу. Насправді це не так, оскільки взаємодія між елементами одного ІР (абсолютний резонанс) приведе до розщеплення нижніх ІР в часі. А це, в свою чергу, приведе до того, що кожна елементарна частинка з певною фазою своєї функції існування буде представлена в кожен момент дискретного часу. Наприклад, функція існування елемента ІР може описуватися виразом

$$\psi_i = b \cdot \exp(-i\omega_k t),$$

де $\omega_k = 2\pi/\Delta t_k$, $1 \leq k \leq 6$ – номер ієрархічного рівня; b – нормувальний множник; $1 \leq N \leq N_k$, $N_k = M_{k+1}/M_k$ – співвідношення мас (кількість елементів) $(k+1)$ -го і k -го ІР, а час $t = N\Delta t_{k+1}$ проходить з кроком дискретності Δt_{k+1} , який є квантом часу $(k+1)$ -го ІР[#]. Вплив вищих ІР приведе до заповнення дискретності часу Δt_k квантами часу Δt_0 . Отже, ієрархія Всесвіту забезпечує тотожність всіх протонів (квантування) чи інших елементарних частинок. Крім того, ієрархічний підхід відразу вимагає, щоб елементарна частинка виявляла хвильові властивості, що забезпечує єдність Всесвіту та її існування в довільний момент часу з дискретністю Δt_0 . Відзначимо, що хвильові властивості частинок викликані дискретністю часу та єдністю Всесвіту. Вони будуть проявлятися для частинок з довільною (в тому числі і нульовою) швидкістю руху, що суттєво відрізняє їх від відомих хвиль де-Бройля.

Таким чином, результатом опису ієрархічної структури Всесвіту є виділення семи (!) законів (принципів), базуючись на яких можна створити математичну модель, яка б описала всі можливі фундаментальні взаємодії та їх властивості. В такому випадку сама ієрархія Всесвіту і буде теорією Великого об'єднання. З позицій ієрархії неможливо об'єднати в єдине поле фундаментальні взаємодії, що відповідають різним ІР. Цікавою властивістю ієрархічної структури Всесвіту є те, що в чотирьох нижніх ієрархічних рівнях структурним елементом є одна і та сама частинка (свого роду виродження станів), в той час як для вищих ієрархічних рівнів величина структурних елементів має надзвичайно великі розміри, різні для різних ієрархічних рівнів. Фундаментальною відмінністю чотирьох нижніх ІР є те, що квант відповідної взаємодії повинен переноситися зі швидкістю $3 \cdot 10^8$ м/с, в той час як для вищих ІР

[#] Такий запис буде справедливий в тому випадку, коли елементи k -го ІР взаємодіють між собою лише в межах одного $(k+1)$ -го ІР. Якщо всі елементи k -го рівня Всесвіту взаємодіють між собою (ймовірно, це так і є, оскільки спектри випромінювання всіх галактик містять лінії атома водню), тоді $N_k = M_B/M_k$ і $t = N\Delta t_0$.

ця швидкість на багато порядків вища, що зумовлює синхронізацію „годинників Всесвіту”.

SUMMARY

In this paper on the basis of known and original results give an account of the hypothesis on the concept of an hierarchical structure of the Universe which determine properties of fundamental interactions at each hierarchical level, for example: the interaction, which one responds for a some of hierarchy level, provides unity of an element of a hierarchical level (HL), interaction with similar elements, reception and compression of the information from lower HL, information transfer on higher HL, reception and usages of directives (solutions) from higher HL, transfer of directives (solutions) on lowest HL. Such properties of fundamental interactions provide transfer rate of weak, strong and electromagnetic interactions equal $3 \cdot 10^8$ m/s. The gravitational interaction is divided at some hierarchical levels, to each of which there corresponds different from the interaction transfer rate. Especially for epicyclical systems the interaction transfer rate equals speeds of light. For higher hierarchical levels ones essentially exceeds the indicated quantity. Thus the quantum of the correspond hierarchical levels don't transfer an impulse, but only respond for sync of time in the Universe.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kulish V.V. Hierarchical Methods. Volume 1. Hierarchy and Hierarchical Asymptotic Methods in Electrodynamics, Cluwer Academic Publishers, 2002.
2. Nicolis J.S. Dynamics of Hierarchical Systems. An Evolutionary Approach. Berlin-Heidelberg-New York, Tokyo: Springer-Verlag, 1986.
3. Rammal R., Toulouse G., Virasoro M.A. Ultrametricity for physicists //Reviews of Modern Physics. – 1986. - V.58. - 3:765-88.
4. Kaivarainen. Hierarchic concept of matter and field. - Earthpuls Press, 1997.
5. Kulish V.V. Nonlinear self-consistent theory of free electron lasers. Method of investigation // Ukrainian Physical Journal. – 1991. - V.36, № 9. – P.1318-25.
6. Kulish V.V. Hierarchic oscillations and averaging methods in nonlinear problems of relativistic electronics // The International Journal of Infrared and Millimeter Waves. – 1997. - V.18. - 5:1053 – 117.
7. Kulish V.V., Kosel P. B., Kailyuk A. G. New acceleration principle of charged particles for electronic applications. Hierarchic description // The International Journal of Infrared and Millimeter waves. – 1998. - V. 19. – 1:3-93.
8. Kulish V.V. Hierarchic method and its application peculiarities in nonlinear problems of relativistic electrodynamics. General theory // Ukrainian Physical Journal .- 1998. - V.43. - 4:83 – 499.
9. Кондратенко П.О. До проблеми моделювання гравітації та часу // Вісник Сумського державного університету. – 2002. - № 5-6. - С.20-25; Kondratenko P. To the problem of Modeling of the gravitation and time // arXiv: physics/0301077), 2003.
10. Козырев Н.А. Избранные труды. - Ленинград: Ленинградский университет, 1991. - 448 с.
11. Козырев Н.А., Насонов В.В. Новый метод определения тригонометрических параллакс на основе измерения разности между истинным и видимым положением звезды //Астрометрия и небесная механика. Проблемы исследования Вселенной. - М.; Л., 1978. –Вып.7.- С.168-179.
12. Козырев Н.А. Астрономическое доказательство реальности четырехмерной геометрии Минковского // Проявление космических факторов на Земле и звездах. - М.; Л., 1980. - С.85-93. (Проблемы исследования Вселенной, вып.9).
13. В.Е. Жвирблис. Диалог с Козыревым // http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/zhvirblis_dialog.htm

Надійшла до редакції 5 квітня 2006 р.