
КОСМОЛОГІЯ. ГЕОТЕКТОНІКА

УДК 551.131

І. П. ЗЕЛІНСЬКИЙ, д-р геол.-мін. н., професор

Г. І. КУЗЬМЕНКО, д-р фіз.-мат. н., професор

*Одеський державний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра інженерної геології і гідрогеології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна*

ВНУТРІШНЯ ЕНЕРГЕТИКА ЗЕМЛІ ТА БІЛЬШ МАСИВНИХ ТІЛ

Обговорюється проблема внутрішніх теплових потоків планет, зірок і квазарів. На основі геологічних і астрофізичних спостережень показано, що два підходи до цієї проблеми, сформовані у останні десятиріччя, при узагальненні можуть привести до реальної оцінки вказаних потоків, пов'язаної з основними єдинопольовими фізичними принципами.

Ключові слова: астрофізика, геологія, гравітація, тепловий потік, енергетика, єдинопольовий.

Ми вже підкреслювали важливість геолого-геофізичних досліджень для теорії гравітації і космології [11]. Ці розділи фундаментальної науки у попередні роки частіше використовували інформацію з астрономії. Ми ж продовжимо розгляд проблеми на матеріалах енергетики Землі і космічних тіл, акцентуючи увагу на пріоритетній (у деяких пунктах) ролі геології і фізики Землі. Головні з них — достовірність, надійність, визначеність, які не завжди, чи недостатньо оперативно досягаються в матеріалах спостережень вельми далекого космосу [11].

Після відкриття радіоактивності досить швидко стали більш зрозумілими основні джерела внутрішніх теплових потоків Землі — енергія радіоактивних перетворень. А розвиток ядерної фізики привів до кращого розуміння джерела сонячної енергетики: термоядерних перетворень водню в гелій. Здавалось, що проблему внутрішньої енергетики всіх космічних тіл виявлено. Проте вже в 50-ті роки нашого століття геологи досить достовірно стали помічати недостатність концепції радіоактивного нагрівання, а далі астрофізики й спеціалісти з фізики елементарних частинок та гравітації стали сумніватись у достатній справедливості атомно-ядерного розрахунку цієї енергетики [11]. Виник помітний розрив у розумінні проблеми геологами, геофізиками й астрономами з одного боку, фізиками — з іншого. Як зблизити уявлення першої групи наукових фахівців, яким важко зрозуміти нагрівання за допомогою незвичайних об'єктів — наприклад,

чорних дірок — з уявленням другої групи, аналітичні методи якої дозволяють легше проникнути в незвичайні релятивістські і квантові явища [3-7,11]. Багато-річний досвід розвитку науки показує, що помилки можливі у всіх, що лише тісний взаємозв'язок експерименту і спостережень з еволюціонуючими теоретичними уявленнями здатні забезпечити прогрес. Деяке порушення таких зв'язків виникло тому, що дуже швидко з'явилися космічні спостереження, які уявляються досить незвичайними [2,7,9-11]: “квантування” стану макрооб’єктів, аналогічні тим, які спостерігаються в атомній фізиці; коливання кутової швидкості обертання Землі навколо власної осі і прискорення вільного падіння тіл. Останні зараз фіксуються найточнішими атомними годинниками і гравіметрами. Для надійного розуміння цих явищ доцільно проаналізувати їх поки що тільки за допомогою основних положень релятивізму і хвилемеханічної теорії. Це не дозволяє зробити детальних тверджень до нашої теми, проте дає можливість надійно підкреслити новий, вищий рівень, якого тепер досягнуто у цій області: стало зрозумілим, що матеріали спостережень з енергетики космічних тіл можуть бути описані сумісним урахуванням вищезгаданих досягнень ядерної фізики з узагальненнями теорії відносності і статистично-хвилемеханічних методів [1-8,11].

§ 1. Єдинопольові теорії і перші результати їх застосування

Тензорні рівняння загальної теорії відносності (далі ЗТВ)

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi\gamma}{c^4} T_{ik} \quad (1)$$

вирішили гравітаційну проблему зміщення перигелія Меркурія і поставили на більш високий рівень космологічні уявлення. Це перша, добре відома основа сучасної фізики, суттєва для досліджуваної тут проблеми. В (1) виявився зв'язок гравітації і електромагнетизму, після чого Вейль поставив питання про більш послідовну єдинопольову теорію, яка об'єднала б електромагнетизм і гравітацію. Вже в наш час його ідеї були реалізовані в створенні калібровочної теорії Янга-Мілса, яка сприяла частковому успіху — деякому об'єднанню трьох фізичних взаємодій, що мають місце в речовині. Не менш важливою стала і робота Калуци: в ній із п'ятивимірних рівнянь простору-часу слідували чотиривимірні рівняння Ейнштейна (1) і рівняння електродинаміки Максвела [3-5, 11]. Хоча прогрес у цьому напрямку був явним, інтенсивно зростаюча квантова фізика, астрофізика і геофізика залишались далекими від геометризації фізики рівнянь (1).

І все ж, практичні результати єдинопольових уявлень у гео-астрофізиці демонстрував спеціаліст з фізики елементарних частинок і атомного ядра Блекет [7]. Відповідним чином, по суті інтуїтивно й емпірично, поєднуючи єдинопольові ідеї Ейнштейна, Вейля і Калуци з квантовою теорією, він знайшов формулу, що описує магнетизм планет і зірок. Використовуючи квантову формулу магнітного моменту електрона

$$\mu = \frac{eh}{4\pi mc} \quad (2)$$

єдність фізичної розмірності сталої Планка h і обертового моменту космічного тіла L , а також відповідність розмірностей $\frac{e^2}{m^2}$ і гравітаційної сталої γ (e та m —

заряд і маса електрона, c — швидкість світла у вакуумі), він одержав задовільний розрахунок дипольних магнітних моментів Землі і Сонця, довівши одночасно неспроможність класичної електродинаміки в цій області. Більше того, автором роботи [8] задовго до неї було одержано (1979 р.) безпосередньо формулу Блекета

$$\mu \cong \beta \frac{\sqrt{\gamma} L}{c}; \quad \beta \sim 1 \quad (2-a)$$

із рівнянь (1).

Слабка відповідність формули (2-а) зі спостереженнями ряду об'єктів та велика абстрактність єдинопольової теорії привели до розвитку більш наглядних магнітогідродинамічних уявлень. Проте накопичення нових спостережень і більш послідовний залік квантових концепцій в єдинопольовій теорії приводить до сумісного використання двох цих методів для кращого розуміння космічного магнетизму [3, с. 238, 7,9,11]. Тому подібний шлях використання класичних і єдинопольових підходів приводить до успіху і в вирішенні близької проблеми — внутрішньої енергії тіл.

Слід підкреслити ще одну обставину: в період після Ейнштейна, Вейля, Калуци і Блекета активно розвивалися гравітаційна і квантова теорії. Виникла хвилемеханічна солітоніка, із найважливішого рівняння якої

$$\Delta \Psi - \frac{1}{2mb^2} - \frac{\partial U}{\partial \omega} \Psi + \frac{i}{b} \frac{\partial \Psi}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

слідє стандартна квантова механіка, а також хвилемеханічний розрахунок багатьох неквантових процесів і структур [11]. Тобто, дискретності останніх при відповідних умовах можуть проявлятися, як і в атомних масштабах. Ці обставини “резонансних станів” знаходяться для космічних тіл і в ЗТВ [8]. Якраз дискретні рівні стану є найважливішими для модифікацій формули (2-а) [7,11].

§ 2. Теплові потоки в планетах, зірках, квазарах

Згідно з модифікацією блекетівського методу, ми повинні знайти аналогію у випромінюваннях квантових і космічних об'єктів. Для квантових об'єктів діє така формула потужності атомних і ядерних випромінювань:

$$h\nu^2 \cong a^s - \frac{e^2 c}{r^2}. \quad (4)$$

У ній $\gamma = \frac{2\pi e^2}{hc}$ — квантова електродинамічна стала; ν — частота випромінювань; r — розмір атома чи ядра. Для оптичних спектрів $S \cong 2$; для гамма-променів середня ділянка спектра оцінюється грубіше, проте різка зміна потужності випромінювань порівняно з оптичним спектром чітка: $S \cong 2$.

Тому згідно з § 1 можна записати аналогічну формулу для єдинопольової потужності електромагнітних випромінювачів

$$Q_e \cong \alpha^s \frac{\gamma m^2 c}{R_{ef}^2}, \quad (5)$$

де m — маса зірки (чи планети) в галактичній решітці з ефективним розміром

$R_{\text{ef}} = 1,7 \times 10^{18}$ см. Це значення R_{ef} знайдено із геологічних даних за інтенсивністю додаткових єдинопольових випромінювань Землі (при $S = 1$). Таке ж значення для R_{ef} одержуємо із даних нейтринної телескопії Сонця (при $S = 0$), які вказують на величину неklasичного єдинопольового вкладу в загальну енергетику Сонця [11].

Користуючись принципом Маха, одержуємо, маючи на увазі формулу (5), подібне співвідношення і для потужності квазарів:

$$Q_e \cong \alpha^s \frac{\gamma M \mu c}{R^2}. \quad (6)$$

Тут μ — маса квазара, M — метagalактики з радіусом її 10^{27} см в епоху виникнення квазарів [11]. Формули (5) і (6) дають повний узгоджений розрахунок для всіх космічних об'єктів (табл. 1). У ній

$$Q = Q_{\text{кл}} + Q_e, \quad (7)$$

де $Q_{\text{кл}}$ — класичний; Q_e — єдинопольовий вклад; Q — загальний потік випромінювань.

Якраз відсутність єдинопольового, космічного вкладу була суттєвим недоліком класичних підходів до проблеми електромагнітних випромінювань. Якщо для Землі і Сонця ці вклади являють собою лише деяку частину, то у Юпітера і Сатурна (де немає ні радіоактивних речовин, ні термоядерних реакторів) вони є головними джерелами випромінювань (табл. 1).

До речі, багаторічні спроби зв'язати недостачу сонячних нейтрино з нейтринними осциляціями, які начебто приховують їх, не вдалися. Ми не зупиняємось окремо на цій проблемі, бо таблиця 1 за всіма об'єктами відмінно пов'язана з надійними геологічними даними. Вона прекрасно пов'язана також з нейтринною телескопією, яка вказує на недостатню потужність термоядерного сонячного реактора. Будь-які гіпотези, в тому числі нейтринно-осциляційна, ще могли мати сенс одержання такого великого матеріалу спостережень і експериментів. Комплексність його, узгодженість зі спорідненими випадками не допускає помітної ролі осциляцій у проблемі "недостачі сонячних нейтрино". Хоча можливість фіксації осциляцій на більш чутливій апаратурі в майбутньому не може бути знята, результат уже матиме спеціальне значення для фізики елементарних частинок, а не для основних принципів енергетики Сонця.

§ 3. Обмірковування

Названі вище факти і висновки дозволяють підкреслити наступне: є загальні зв'язки розв'язуваної тут проблеми з квантовою теорією, фізикою елементарних частинок та гравітацією. Проте, досить повне рішення на цьому шляху може з'явитися нескоро [3, с.238]. Тому ми зупиняємось на більш простому блекетівському методі, який включає головні ідеї цих фундаментальних розділів і здатен наочно провести розрахунки в тривимірному просторі.

При цьому наше завдання полягає в тому, щоб наголосити, що дослідження Землі і Сонця вже дають матеріал для пояснення: ні гравітаційні методи (початок яких зроблено ще в XIX столітті Гельмгольцем і Кельвіном), ні термодинамічні (з урахуванням ядерної енергетики) недостатні для розуміння енергетики космічних тіл. А формули (5-7), які відображають глибоку єдність гравітації

Таблиця 1.

Спостережувані та єдинопольові потоки випромінювань

№ п/п	Об'єкт	M , Грами	Q , єрг/с	Формули (5-6)	α^n	Рівень	$Q > Q_e$
1	Сонце, M_0	$2,0 \times 10^{33}$	$4,0 \times 10^{33}$	$2,8 \times 10^{33}$	α^0	0	+
2	70-Змієносця	$1,5 \times 10^{33}$	$2,0 \times 10^{33}$	$1,6 \times 10^{33}$	α^0	0	+
3	α -Центавра	$2,0 \times 10^{33}$	$5,2 \times 10^{33}$	$2,8 \times 10^{33}$	α^0	0	+
4	Квасари	$\sim 10^7 M_0$	$\sim 10^{47}$	$\sim 10^{47}$	α		+
5	Земля	$6,0 \times 10^{27}$	$2,1 \times 10^{20}$	$1,3 \times 10^{20}$	α	1	+
6	Юпітер	$2,0 \times 10^{30}$	$2,2 \times 10^{25}$	$1,4 \times 10^{25}$	α	1	+
7	Сатурн ^х	$5,7 \times 10^{29}$	$0,2 \times 10^{25}$	$0,2 \times 10^{25}$	α	1	+
8	40-Еридана	$0,9 \times 10^{33}$	$1,4 \times 10^{31}$	$0,4 \times 10^{31}$	α	1	+
9	Сіріус-5	$2,0 \times 10^{33}$	$1,0 \times 10^{31}$	$2,0 \times 10^{31}$	α	1	+
10	Ядро Землі	$1,0 \times 10^{27}$	$1,0 \times 10^{19}$	$0,5 \times 10^{19}$	α	1	+
11	Рігель	$8,0 \times 10^{34}$	$8,0 \times 10^{38}$	$6,4 \times 10^{38}$	α^{-1}	-1	+
12	Антарес	$\sim 3,8 \times 10^{34}$	$\sim 1,3 \times 10^{38}$	$\sim 1,3 \times 10^{38}$	α^{-1}	-1	+
13	Пульсари	$\sim 10^{34}$	$\sim 10^{37}-10^{38}$	$\sim 10^{37}-10^{38}$	α^{-1}	-1	+
14	Капела	$6,6 \times 10^{33}$	$8,8 \times 10^{35}$	$3,7 \times 10^{35}$	$\alpha^{-1/2}$	-1/2	+
15	Альдебаран	$8,0 \times 10^{33}$	$1,4 \times 10^{36}$	$0,5 \times 10^{36}$	$\alpha^{-1/2}$	-1/2	+
16	Місяць	$7,0 \times 10^{25}$	$6,0 \times 10^{18}$	$3,0 \times 10^{16}$	α	1	+

Примітка: 1. Усі зірки Каталогу подвійних тісних систем задовольняють формули (5,7). Вибрані в таблиці — типові і давно відомі. Тому однакові значення S для фізично однотипних зірок являють собою деталізацію діаграми Ресела-Герцшпрунга.

2. Виконання нерівності $Q > Q_e$ означає суттєве уточнення термодинаміки зірок, де не було поділу загального потоку Q на класичну і єдинопольову частину.

3. У таблиці окремо записано розрахунок для Місяця, де знак (+) підтверджує справедливості концепції внутрішніх випромінювань (5-7): мале значення коефіцієнта $r = \frac{\gamma^2 c}{R_{\oplus}^2} = 0,7 \times 10^{-33} \frac{\text{єрг}}{\text{сг}^2}$ призводить до того, що єдинопольові ефекти реєструються тільки у великих космічних масах.

х) У Сатурна через світловий фон кілець — велика невизначеність спостережень Q . В таблиці взято найменше значення.

й електромагнетизму, явно наближують таке розуміння і прояснюють супроводжуючі явища — “недостачу” сонячних нейтрино і енергетику геомагнітного динамо — внутрішнього тепла ядра Землі (табл. 1: №1, №10).

Акцентуючи увагу на важливості цих результатів, ми звертаємо увагу на повну згоду з ними незалежних робіт, де за тими самими принципами розраховано релятивістське зростання маси планет, що рухаються навколо Сонця [2]. Дійсно, характерні ефекти єдинопольового виникнення електромагнітних випромінювань — фотонів — є частиною явищ народження в гравітаційних полях усіх елементарних частинок, в тому числі протонів і нейтронів. Причому надійність і цих розрахунків підтверджується відповідними змінами періоду обертання Землі навколо власної осі, що реєструються атомними годинниками. Спостережувані

новітніми точними гравіметрами зміни прискорення земного тяжіння і релятивістські ефекти в Сонячній системі також розраховуються у відповідності з цією методикою (табл. 2).

Таблиця 2.

**Релятивістські поправки гравітаційно-динамічних характеристик Землі
і гравітаційні поправки в Сонячній системі [2]**

№ п/п	Ефект	Розрахунок	Спостереження
1	Сучасне збільшення земної доби за рік, с	$7,7 \times 10^{-5} - 13 \times 10^{-5}$	$12,5 \times 10^{-5}$
2	Амплітуда сезонних змін земної доби, с	$6,5 \times 10^{-4}$	$6,1 \times 10^{-4}$
3	Збільшення земного прискорення за рік, смс ⁻²	$2,5 \times 10^{-7} - 8,5 \times 10^{-7}$	$< 10^{-6}$
4	Рух перигелія Меркурія за 100 земних років, д. с.	43	43
5	Відхилення променя світла біля Сонця, д.с.	1,8	1,8

Більше того, підтверджується поділ збагачення маси планети (отже і нагрівання її) на дві порівнювані частини: одна залежна від руху орбітального, інша — від обертання навколо власної осі [2]. Згідно з розрахунками, гравітаційне збагачення Урана повинно бути менш помітне, ніж у інших планет, оскільки його вісь майже лежить у площині орбіти. Проблема Урана, на котру ми звернули увагу ще раніше, широко дискутується — якраз щодо слабких його випромінювань порівняно з іншими планетами-гігантами [10].

Слід підкреслити, що ідеї стаціонарної космології з неперервним збагаченням мас мають позитивну увагу з боку єдинопольових теорій елементарних частинок — супергравітаційної і суперструнної [4, 5, 11]. А широко застосована космологічна гіпотеза інфляції досить часто приводить до вищезгаданої ідеї стаціонарної космології [4, 5, 11]. Спорідненість указаних багатовимірних теорій з результатами (§1 і §2) підкреслюється також спеціальною матерією, яка використана для пояснення походження єдинопольових випромінювань і зростання маси планет [2, 11]. Це певне досить проникне середовище, в якому знаходяться всі тіла. “Частинки” цього середовища рухаються зі швидкістю світла і не мають звичайних для речовини взаємодій, окрім гравітаційної. До визначення такого роду матерії яскраво причетна лідируюча десятивимірна суперструнна теорія [4]. Оскільки вказані “частинки” не можуть бути фіксовані як звичайні елементарні частинки (що мають взаємодії, притаманні речовині), малоімовірні поглинання їх і перетворення в речовину та випромінювання спостерігаються тільки в масивних астрономічних тілах. Уже Місяць для таких процесів вважається малим тілом — у ньому немає видимого ефекту єдинопольового нагрівання (табл. 1). У лабораторних тілах — тим паче. В деяких споріднених роботах такі “частинки” називають ефіроподібними” [1, 6]. Звісно, вони суттєво відрізняються від частинок механістичного ефіру, що був у поняттях науки XIX століття. Ефіро-

подібні “частинки” відповідають усім вимогам теорії відносності, а їх енергія ΔE при перетворенні в масу речовини, чи випромінювання — співвідношенню

$$\Delta E = c^2 \Delta m [2, 11].$$

Тісний взаємозв'язок [11] і [2] з багатовимірністю не менш помітний у новішому її напрямі [3]. Останній, мабуть, ще більш перспективний, бо спрямований на розв'язання тих проблем фізики елементарних частинок і космології, що допускають перевірку в сучасних лабораторних експериментах і натурних спостереженнях. Так, сезонна циклічність землетрусів як гравітаційно-інерційного явища розрахована на основі релятивістського збагачення Землі [2], а автором [3] в його більш ранній роботі (1989 р.), описується з точки зору скалярного поля п'ятивимірної теорії. Аналогічно магнетизм і теплові потоки космічних тіл повинні слідувати з інших варіантів багатовимірності [3].

Все це не дивно: метод Блекета з самого початку пов'язаний з єдинополювою теорією, тобто з більш глибоким проникненням у суть фізичних взаємодій. А робота [3] ще глибше проникає в цю суть шляхом подальшого аналізу основних понять «простір-час», «принцип Маха», «зв'язок макро- і мікросвіту» — понять, які ми суттєво використовували у своєму дослідженні.

Висновки

Головним із одержаних тут підсумків* є констатація складного характеру внутрішніх випромінювань космічних об'єктів. Класичні джерела — фазові, хімічні та ядерні перетворення — недостатні для спостережуваних електромагнітних випромінювань. Нове, більш відповідне досвіду, розуміння таке: в загальному потоці випромінюваної енергії існує «гравітаційно-електромагнітна», точніше єдинополюва частина.

Література

1. Бураго С. Г. Тайны межзвездного эфира. — М.: МАИ, 1997. — 104 с.
2. Веселов К. Е. и др. Физико-геологические основы концепции глобального рифтогенеза. — М.: МГУ, 1993. — 128 с.
3. Владимиров Ю. С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий, ч. 2. — М.: МГУ, 1998. — 448 с.
4. Грин М. Суперструны. В мире науки, 1986, № 11. — С. 24-40.
5. Грин М., Шварц Дж., Виттен Э. Теория суперструн. — М.: Наука, 1990, т. 1. — 520 с.
6. Кротов В. Ф. Упругое замыкание общей теории относительности. ДАН России, т. 333, — 1993, № 6. — С. 727-729.
7. Кузьменко Г. И. К 50-летию работы П. Блэккетта «О космическом магнетизме». Геофизический журнал, 1998, № 2. — С. 127-128.
8. Рябушко А. П. Устойчивость движения тел в общей теории относительности. — Минск: Высш. школа. — 1986. — 250 с.
9. Vasiljev B. V. On the Magnetism of the Earth. Nuovo Cimento B., v. 110, № 12, p. 1381. Переклад: 1996, Природа № 6.

* Авторы щиро вдячні В. Г. Каретникову за ознайомлення з працею та за цінні зауваження.

10. *Why Uran is cold? New Scientist*, 1994, v. 143, № 1932 — P. 16 (Great Britain) Переклад: 1995, *Природа* № 2. — С.61.

11. Zelinskii I. P., Kuzjmenko G. I. *Geology, Gravitation, Cosmology Astronomical and Astrophysical Transactions*. V. 11, 1996. — P. 185-191.

Внутренняя энергетика Земли и более массивных тел

И. П. Зелинский, Г. И. Кузьменко

Одесский государственный университет,
кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина.

Резюме

Обсуждается проблема внутренних тепловых потоков планет, звезд и квазаров. На основе геологических и астрофизических наблюдений показано, что два подхода к этой проблеме, сформировавшихся в последние десятилетия, при обобщении могут привести к реалистической оценке указанных потоков, связанной с основными единопольными физическими принципами.

Ключевые слова: астрофизика, геология, гравитация, тепловой поток, энергетика, единопольной.

The inner energy of the Earth and more massive bodies.

I. P. Zelinsky, G. I. Kuzjmenko

Odessa State University,
Department of Engineering geology and Hydrogeology,
Dvorianskaya st., 2, Odessa, 65026, Ukraine.

Summary

The problem of inner thermal flow of planets, stars and quasars is discussed. It is shown on the basis of geological and astrophysical observations that two methods of approach to this problem has been made for the last decennary. Being generalized they can lead to the real estimation of the above-mentioned flows connected with the main unipole physical principals.

Key words: astrophysics, geology, gravitation, thermal flow, energy, unipole.