

ТУТИК В.Л., к.т.н., доцент (ДЕТУТ), с.н.с. (ІЕД НАНУ)

## Формалізація в процесах взаємоперетворення енергії в єдиній теорії взаємодій

Єдина теорія взаємодій будується на взаємності явищ перетворення енергії. Цьому сприяє принцип взаємності, запропонований автором для пояснення взаємоперетворення енергії між речовиною та простором. Він дозволяє поєднати процеси, які проходять в макро- та мікросвіті. Отримані результати пояснюють явище обміну енергією між речовиною та простором через участь динамічних констант, що виводяться в загальній теорії відносності та утворюються через гравітаційну сталу та швидкість світла.

**Ключові слова:** єдина теорія взаємодій, інерційні параметри, взаємообмін енергією, константа взаємодії.

### Постановка проблеми

Серед багатьох невирішених проблем на шляху вивчення явищ природи проблема побудови єдиної теорії взаємодій, зокрема, електромагнетизму та гравітації займає одне з ключових місць в наукових дослідженнях. В її суті лежить ідея поєднання всіх відомих до цього часу та виділених окремо типів взаємодій (сильного, електромагнітного, слабого та гравітаційного) через використання (чи винайдення) якогось узагальнюючого фактору, властивості якого могли б характеризувати кожен з цих субстанцій та поєднати собою їх за допомогою єдиного принципу. Така тенденція зберігається на протязі всього часу розвитку фізичної науки та сформувалась у вигляді програми побудови єдиної фізичної теорії [1].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розв'язку проблеми побудови єдиної теорії взаємодій присвячені численні публікації і дослідження, аналіз яких може за об'ємом скласти декілька томів. Проте, слід згадати основні напрямки цих досліджень та визначити їх принципові положення. Зокрема, слід згадати програму єдиних геометризмованих теорій поля (ЄГТП), ядром котрих служить загальна теорія відносності (ЗТВ) А. Ейнштейна, яка в своєму розвитку отримала продовження в засадах єдиної теорії поля Д. Гільберта. Не менш важливими в постановці нового підходу в геометризмованих теоріях були дослідження Г.Вейля в частині його нескінченно малого переносу вектора вздовж геодезичної лінії. Як зазначає в своїх дослідженнях В.Візгін: «Математична глибина програми ЄГТП, її зв'язок з новітніми розділами диференціальної геометрії залучали до цієї програми математиків, які відіграли в її розгортанні важливу роль. Крім Д.Гільберта та Г.Вейля тут, в першу чергу, слід назвати Е.Картана, Я.Схоутена, О.Веблена,

Т.Леви-Чивіту, Л.Ейзенхарта» [1, с.7]. Величезний успіх на шляху пояснення будови речовини на початку 30-х років минулого століття мала квантова теорія, особливо в фізиці елементарних частинок, що привело до появи двох нових типів взаємодій: слабого та сильного, створення основ квантової електродинаміки, розвитку протонно-нейтронної моделі ядра та уяви про обмінний характер ядерних сил. Ці успіхи розвитку єдиної теорії взаємодій дали новий поштовх та створили передумови для об'єднання сильної, слабкої та електромагнітної взаємодій в знаменитих працях С.Вайнберга – А.Саляма – Ш.Глешоу [2, 3, 4, 5]. І нарешті, останні дослідження Г.Лісі [6] показують, що інтерес до проблеми єдиної теорії взаємодій не зникає, а її вирішення є досить актуальним.

### Відокремлення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми

Всі відомі до цього часу методи стосовно побудови єдиної теорії визначалися через пошук єдиного первинного поля, здатного описати всі відомі фізичні поля, а саме: сильне, електромагнітне, слабе та, особливо, гравітаційне. Слід зауважити, що серед всіх існуючих до цього часу єдиних теорій немає жодної, яка б змогла включати гравітацію без застосування багатовимірних просторів. Створювана, запропонована автором, єдина теорія взаємодій будується виключно на засадах загальної теорії відносності із застосуванням принципу взаємності явищ природи, а вони не потребують числа вимірів простору більше, ніж 4.

### Формулювання мети

Метою роботи є формалізація процесів у взаємоперетвореннях енергії в створюваній єдиній теорії взаємодій, яка ґрунтується на принципі взаємності явищ та засадах загальної теорії відносності (ЗТВ).

**Основний матеріал дослідження**

В роботах [7, 8, 9] автором були отримані результати, які дозволяють по-новому підійти до опису явищ природи в структурі «простір – речовина» та виявити нові, не відомі до цього часу властивості в речовинно – просторових перетвореннях, які й можливо «побачити» тільки з допомогою висновків, які ґрунтуються на цих результатах. Зокрема, було доведено через взаємність явищ, що речовина (характеризується масою та імпульсом) та простір (характеризується віддалю – радіусом дії – та інертністю) являють собою дві взаємні субстанції єдиного матеріального процесу такі, що постійно вимушені обмінюватись енергією завдяки своїм інерційним властивостям. Якщо позначити інерційність речовини (масу) через  $m$ , а інерційність простору через  $w$ , то у відповідності з результатами, отриманими в [8,9] можна записати для цих двох складових вираз, що показує їх взаємозв'язок під час взаємообміну енергією

$$\omega^2 m w = 1.$$

В цьому виразі  $\omega$  – частота обміну енергією між речовиною та простором, а енергія в системі «речовина – простір» визначається як

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 R^2 + \frac{1}{2} w \omega^2 P^2. \quad (1)$$

В (1) введені наступні позначення:

$R$  – радіус простору, створюваного тілом, яке володіє масою  $m$ , через накопичення в ньому енергії;

$P$  – імпульс сили, яким володіє тіло під час передачі енергії до простору.

З тих міркувань, що  $\omega R$  має розмірність швидкості, яку ми пов'язуємо зі швидкістю розширення простору, а  $\omega P$  має розмірність сили можна зауважити, що передача енергії від речовини до простору можлива за рахунок сили, яка виникає зі зміною імпульсу в часі. Зробимо відповідні позначення  $v = \omega R$ ,  $f = \omega P$  та запишемо вираз для енергії (1) в наступному вигляді:

$$E = \frac{1}{2} (mv^2 + wf^2). \quad (2)$$

Справедливий також запис для визначення енергії

$$E = \frac{R^2}{2w} + \frac{P^2}{2m}. \quad (3)$$

В цих виразах без врахування початкової фази за рахунок вільних коливань під час взаємного обміну енергією між речовиною та простором  $R = j R_0 \sin \omega t$ ,

$$P = P_0 \cos \omega t, \quad j = \sqrt{-1}, \quad t - \text{час.}$$

$R_0$  та  $P_0$  – максимальні значення радіусу простору та імпульсу тіла, якими вони володіють під час взаємного обміну енергією. Взагалі кажучи, як видно з цих міркувань, фізичний об'єкт, що володіє масою та власним імпульсом, повинен характеризуватися також власним простором з радіусом впливу  $R$ . Тоді для цього фізичного об'єкта можна визначити власний момент імпульсу, що знаходиться добутком  $S = PR$

$$S = \frac{j}{2} P_0 R_0 \sin 2 \omega t = \frac{j}{2} S_0 \sin 2 \omega t. \quad (4)$$

Використання символічної форми запису дозволяє записати  $R$  та  $P$  в показниковій формі

$$R = R_0 \exp(j \omega t), \quad P = P_0 \exp(j \omega t + 90^\circ). \quad (5)$$

Незаперечно можна визначити умову анігіляції подібних фізичних об'єктів. Це можливо, коли один них відповідає умові (5), а інший – умові (6)

$$\begin{aligned} R^1 &= R_0 \exp(j \omega t + 180^\circ), \\ P^1 &= P_0 \exp(j \omega t + 90^\circ + 180^\circ). \end{aligned} \quad (6)$$

Тут очевидно, що  $(R + R^1 = 0)$  та  $(P + P^1 = 0)$ , а  $S = S^1$ .

Радіус впливу будь-якого тіла визначає границі його дії на інше тіло. Так, для двох об'єктів з власними радіусами впливу  $R_1$  та  $R_2$  взаємодія можлива лише тоді, коли віддаль  $l$  між їх центрами менша за будь-який з цих радіусів:  $l \leq R_1$ , або  $l \leq R_2$ .

Крім радіусу впливу, що характеризує кількість простору, створеного внаслідок передачі до нього енергії від речовини, необхідно також враховувати власний радіус тіла (наприклад, радіус Землі дорівнює 6371 км). Надалі, на відміну від радіусу впливу, будемо позначати його малою буквою  $r$ . Цей радіус будемо використовувати в подальших розрахунках.

Інерційності речовини та простору, тобто масу  $m$  та  $w$  для цієї характеристики, ми поки-що назви не маємо, тому далі, під час її згадування в тексті, будемо говорити «інерційність простору» та визначатимемо за аналогією з подібними до них елементами, які відповідають за накопичення енергії в електромагнітних перетвореннях. Зокрема, масу

визначаємо за формулою для ємності відкритого конденсатора, як інерційного параметру, який відповідає за накопичення енергії в електричному полі та володіє радіальною симетрією щодо взаємного обміну енергією. Цей вираз для маси має вигляд  $m = 4\pi \delta r$ . В ньому через  $\delta$  позначена питома проникливість речовини за аналогією з питомою проникливістю в електричному полі. Для задоволення висновкам ЗТВ підставимо в вираз для маси значення для радіусу Шварцшильда, а питому проникливість позначимо через  $\delta_0$  та отримаємо вираз

$$m = 4\pi \delta_0 \frac{2\gamma m}{c^2}, \quad (7)$$

в якому  $\gamma$  – гравітаційна стала, а  $c$  – швидкість світла. З (7) визначимо  $\delta_0 = \frac{c^2}{8\pi\gamma}$ . Тоді для будь-якого радіусу  $r$  можна записати  $m = 4\pi \frac{c^2}{8\pi\gamma} \delta_* r$ , де через  $\delta_*$  ми позначили відносну проникливість речовини, яка з цього виразу визначається досить просто:  $\delta_* = \frac{2\gamma m}{c^2 r}$ . Тепер масу, як інерційність речовини, можна в загальному вигляді записати наступним виразом:

$$m = 4\pi \delta_0 \delta_* r. \quad (8)$$

З отриманих результатів випливає, що використання аналогії процесів взаємоперетворення енергії в системі речовина – простір з процесами в коливальному контурі дозволяє ввести поняття вакууму для випадку, коли  $\delta = \delta_0 = \frac{c^2}{8\pi\gamma}$ . Це значить, що тіло, перебуваючи за горизонтом подій (цей термін беремо з результатів ЗТВ), відповідає стану, нижче якого не можна досягти при умові, що  $\delta_* \leq 1$ . Випадок  $\delta_* \geq 1$  тут не розглядується. Такий випадок міг бути справедливим для систем, в яких швидкість руху та розширення простору перевищують швидкість світла.

В той же час інерційність простору  $w$  визначимо з умови  $\omega^2 m w = 1$ , а саме

$$w = \frac{1}{\omega^2 m}. \quad (9)$$

Раніше ми показали, що  $v = \omega R$ . З нього можна визначити  $\omega$ , а  $v$ , в свою чергу, виразити через потенціал Ньютона, як це було в [7], та записати

$$\omega^2 = \frac{2\gamma m}{R^3}.$$

Підставимо в (9) вирази для  $\omega^2$  та  $m$  і отримаємо після необхідних перетворень

$$w = \frac{\sigma_0 \sigma_* R}{4\pi}. \quad (10)$$

$$\text{В (10) } \sigma_0 = \frac{8\pi\gamma}{c^4}; \quad \sigma_* = \frac{R^2 c^4}{4\gamma^2 m^2}.$$

З наведених визначень очевидно, що  $\delta_0 \sigma_0 c^2 = 1$ , а  $\sigma_0$  можна вважати питомою проникливістю простору з радіусом Шварцшильда. Отримані константи ми зустрічаємо також в ЗТВ. Зокрема,  $\sigma_0$  входить в основні рівняння гравітаційного поля А. Ейнштейна [10], а  $\sigma_*$  – ніщо інше, як відношення квадратів радіусів простору та Шварцшильда. Введемо також питому проникливість простору  $\sigma = \sigma_0 \sigma_*$  для будь-якого радіусу. Тоді (10) можна записати  $w = \frac{\sigma R}{4\pi}$ . Цей вираз має скорочений запис порівняно з (10) та більш зручний для вживання при узагальнених перетвореннях.

Як слід вважати в даній роботі, що також визначається і з назви, всі виведені константи:  $\sigma_0$ ,  $\sigma_*$ ,  $\delta_0$  та  $\delta_*$  використовуються для формалізації при поясненні процесів взаємоперетворення енергії між речовиною та простором і слугують тим інструментом, за допомогою якого можна побачити наведені перетворення та відкривають можливості перспективних досліджень. Слід зазначити, що в кожному з них входить гравітаційна стала  $\gamma$ . Через неї вираховуються всі параметри, що беруть участь у взаємодіях. Як динамічний параметр взаємодії  $\gamma$  визначається з гравітаційного потенціалу Ньютона

$$\Phi = \frac{\gamma m}{R}, \quad \text{який можна подати також у вигляді}$$

$\Phi = \omega^2 R^2$ . Тоді  $\gamma m = \omega^2 R^3$ . В цих виразах  $\omega$  та  $R$  відповідно означають частоту обертання по орбіті з радіусом  $R$ . В нашому випадку взаємодій із перетворенням енергії через  $\omega$  позначається частота взаємного обміну енергією, а через  $R$  – радіус впливу (максимальний радіус простору, який повністю накопичив енергію, що передалась від гравітаційного

тіла). З останнього виразу можна визначити константу взаємодії під час взаємного обміну енергією між речовиною та простором

$$\gamma = \frac{\omega^2 R^3}{M}. \quad (11)$$

Гравітаційна стала  $\gamma$ , як константа взаємодії, дозволяє поєднати всі відомі до цього часу типи взаємодій та говорити лише про їх масштаби. Зокрема, для атомарних процесів на прикладі найпростішого атома – водню, в якому відомі віддаль від ядра, маса протона, а також швидкість обертання електрона в атомі, ми можемо визначити динамічну константу взаємодії та порівняти її з гравітаційною сталою Ньютона. Використовуємо вираз для взаємодії двох тіл з масами  $M$  та  $m$ , отриманий в [7], який враховує як тензорну, так і векторну складові в силі, що виникає внаслідок взаємодії. Тоді запишемо

$$F = \frac{\gamma M m}{R^2} - \frac{4\gamma M m}{R^2} \sqrt{\frac{Rm}{Mr}} = \frac{\gamma M m}{R^2} \left( 1 - 4\sqrt{\frac{Rm}{Mr}} \right). \quad (12)$$

З даної тотожності визначимо динамічну константу взаємодії, позначивши її  $\gamma^*$ , отримуємо

$$\gamma^* = \gamma \left( 1 - 4\sqrt{\frac{Rm}{Mr}} \right), \quad (13)$$

$\gamma$  – значення гравітаційної сталої, отриманої з гравітаційного потенціалу Ньютона.

В останньому виразі під коренем:

$R$  – віддаль між тілами, що взаємодіють,

$M$ ,  $m$  – маси двох тіл, що взаємодіють,

$r$  – радіус меншого тіла.

Підставляючи в (11) значення швидкості електрона на орбіті – 2187 км/с та радіус орбіти  $R = 0,53 \cdot 10^{-10}$  м, а також масу протона  $M = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг

$$\gamma^* = 1,517 \cdot 10^{29} \left[ \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \right], \text{ яку ми отримали з}$$

урахуванням векторної складової виразу для взаємодії (12). Визначимо тепер силу для протон-електронної взаємодії через  $\gamma^*$

$$F = \gamma^* \frac{Mm}{R^2} = 1,517 \cdot 10^{29} \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{0,53^2 \cdot 10^{-20}} = 82 \cdot 10^{-9} \text{ [Н]},$$

а також через закон Кулона

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{1,6^2 \cdot 10^{-38}}{12,56 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,53 \cdot 10^{-20}} = 82 \cdot 10^{-9} \text{ [Н]}.$$

Як бачимо, ці значення співпадають. В цих виразах буквами позначені: маса електрона  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, заряд протона (електрона)  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  К, діелектрична проникливість вакуума  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  [Ф/м].

З виразу (13) отримуємо динамічну сталу, яка визначається через гравітаційний потенціал Ньютона

$$\gamma = \frac{\gamma^*}{1 - \sqrt{\frac{Rm}{Mr}}} \quad (14)$$

В підкореному виразі в (14) всі значення  $R, M, m$  беремо з попереднього прикладу для визначення сили протон-електронної взаємодії. В ньому лишається невідомим тільки власний радіус електрона як елементарної частинки. За сучасними спостереженнями відомо, що до розмірів  $10^{-20}$  м електрон поводить себе як матеріальна точка. Підставимо в (14) всі ці значення та отримаємо для  $\gamma = 8,9 \cdot 10^{25}$  [м<sup>3</sup>/кг с<sup>2</sup>], а також визначимо гравітаційний потенціал Ньютона для протона

$$\Phi = \frac{\gamma M}{R} = \frac{8,9 \cdot 10^{25} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{0,53 \cdot 10^{-10}} = 28,04 \cdot 10^8 \text{ [м}^2 \text{ с}^{-2}]$$

та його власний імпульс  $P_{np} = M \sqrt{\Phi} = 8,84 \cdot 10^{-23}$  [кг м с<sup>-1</sup>]. Далі визначимо власний імпульс електрона

$$P_{el} = m \sqrt{\frac{\gamma m}{r}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \sqrt{\frac{8,9 \cdot 10^{25} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{10^{-20}}} = 8,19 \cdot 10^{-23} \text{ [кг м с}^{-1}].$$

Як бачимо, вони співпадають за порядком величини, а їх різниця  $P_{np} - P_{el} = 6,5 \cdot 10^{-24}$  [кг м с<sup>-1</sup>] врівноважується рухом електрона по орбіті. Таким чином імпульс протона врівноважується імпульсом електрона і атом стає нейтральним. Отриманий результат слугує доказом єдності гравітаційних та електромагнітних процесів, а електричний заряд при цьому ідентифікується як імпульс елементарної

частинки. Гравітація та електромагнетизм мають єдину фізичну природу та відрізняються лише за

$$\text{інтенсивністю } i = \frac{\gamma_{el}}{\gamma_{sp}} = \frac{1,517 \cdot 10^{29}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 2,27 \cdot 10^{39}.$$

### Висновки

1. Принцип, запропонований для розгляду взаємоперетворення енергії між речовиною та простором, дозволяє поєднати процеси, які проходять в макро- та мікросвіті, єдиною теорією та отримати результати, які пояснюють явище речовинно-просторових перетворень через динамічні константи, що виводяться в загальній теорії відносності та утворюються через гравітаційну сталу та швидкість світла.

2. При взаємоперетвореннях енергії між речовиною та простором використана аналогія з подібними процесами, які виникають в коливальних системах, зокрема, в електричному коливальному контурі, де взаємообмін енергією відбувається через інерційні властивості компонентів, що беруть участь у взаємодіях. Це дозволило для пояснення явищ в гравітаційних перетвореннях поряд з масою, як мірою інертності речовини, ввести також міру інертності простору за умовою  $\omega^2 m w = 1$ .

3. За своїми фізичними властивостями гравітація та електромагнетизм мають єдину природу та відрізняються лише інтенсивністю взаємоперетворень. Гравітаційні сили, які діють у макросвіті, та електромагнітні, що відповідають за формування атомних структур, варто поєднувати в рамках єдиної теорії взаємодій, яка дозволяє визначати дію одного тіла на інше за допомогою виразу, який утворюється з допомогою динамічної константи взаємодій.

### Література

- В.П. Визгин. Единые теории поля в квантово-релятивистской революции: Программа полевого геометрического синтеза физики/ Отв. ред. Л.С.Полак. Изд. 3-е, стереотипное. – М.: Ком Книга, 2007. – 312с.
- Салам А. Калибровочное объединение фундаментальных сил. – В кн.: На пути к единой теории поля. М.: Знание, 1980, с.5-35.
- Вайнберг С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. Пер. с англ. Изд. 2-е. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 256 стр.
- С. Вайнберг. Идейные основы единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий. Нобелевская лекция. УФН, том 132, вып.2, октябрь 1980.
- Ш. Глэшоу. На пути к объединенной теории – нити в гобелене. Нобелевская лекция. (там же).
- A. Garrett Lisi, “An Excetionally Simple Theory of Everything”, arXiv:0711v1 [hep-th] 6 Nov 2007.
- В.Л. Тутик. Взаємність явищ в гравітаційних перетвореннях//Моделювання та інформаційні технології, Збірник наукових праць ІПМЕ, Київ, 2009, Випуск 53, - с.96-103.
- В.Л. Тутик. Принцип взаємності на шляху до єдиної теорії взаємодій // Моделювання та інформаційні технології, Збірник наукових праць ІПМЕ, Київ, 2010, Випуск 57, - с.11-15.
- Тутик В.Л. Єдність взаємодій через взаємність явищ // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. - №6. с.15-18.

**Тутик В. Л. Формализация в процессах взаимопревращения энергии в единой теории взаимодействий.** Единая теория взаимодействий строится на взаимности явлений преобразования энергии. Этому способствует принцип взаимности, предложенный автором для пояснения взаимного превращения энергии между веществом и пространством. Он разрешает объединить процессы, которые проходят в макро- и микромире. Полученные результаты объясняют явление обмена энергией между веществом и пространством посредством динамических констант, которые выводятся в общей теории относительности и образуются с помощью гравитационной постоянной и скорости света.  
**Ключевые слова:** единая теория взаимодействий, инерционные параметры, взаимообмен энергией, константа взаимодействия.

**Tutyk V. L. The formalization of processes of interconversion of energy in a unified theory of interactions.** Unified theory of interactions is based on reciprocity effects of energy conversion. The reciprocity principle, proposed by the author to explain the mutual transformation of energy between matter and space, contributes to this. It allows combining the processes that take place in the macro- and micro-world. The obtained results explain the phenomenon of energy exchange between matter and space by means of dynamic constants derived in general relativity and formed with the help of gravitational constant and velocity of light. In order to explain the energy exchange between matter and the space, this theory uses the analogy with similar phenomena that occur in the electric oscillatory circuit in which the mutual exchange of energy is carried out through the inertial properties of the components involved in the interaction. This allowed introducing a measure of space inertia along with mass as a measure of substance inertia to explain the

phenomena of gravitational transformations. Gravitational forces, acting in the macrocosm, and electromagnetic ones, responsible for the formation of atomic structure, have common nature according to their physical properties and are distinguished only by the intensity of energy exchange processes.

**Key words:** unified theory of interactions, inertial parameters, the interchange of energy, coupling constant.

Рецензент д.т.н., професор Тимченко Л.І.  
(ДЕТУТ)

*Поступила 02.10.2015г.*

*Tutyk V.L., Ph.D., Assistant professor of "Automation and Computer-Integrated Technologies of Transport" State Economic and Technological University of Transport, Kyiv, Ukraine.*

**Тутик Володимир Львович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології транспорту», Державний економіко-технологічний університет транспорту; с.н.с., Інститут Електродинаміки НАН України, Київ, Україна, E-mail: [twl@ukr.net](mailto:twl@ukr.net)