

УДК 530.145.1

Конончук Г. Л., Терентьєва Ю. Г.

## ПРО ШВИДКІСТЬ СВІТЛА – ЩЕ РАЗ

На основі квантовомеханічних засад та сучасної моделі фізичного вакууму пропонується несуперечливий підхід до розуміння одного з постулатів СТВ – константності швидкості поширення електромагнітного збудження у фізичному вакуумі в усіх інерційних системах відлік.

**Ключові слова:** фізичний вакуум, фотон, спеціальна теорія відносності.

Як показує історичний досвід, теорія у своїх фундаментальних засадах завжди (скоріше – обов'язково) містить якісь помилкові уявлення і твердження, які в наступних етапах виявляються, корегуються чи замінюються більш коректними [1]. Кінцевою метою будь-якого опису природи спостережуваних фізичних явищ є досягнення максимально можливого її розуміння. Це означає, що в нашій уяві прояви взаємодії повністю, несуперечливо корелюють між собою та з математичним описом їх.

Складається враження, що на сьогодні така несуперечлива кореляція ніби спостерігається, хоча і насторожує думка Поля Дірака, який у зрілому віці вимушений був зізнатися, що «наша теорія взаємодії електромагнітного поля з електронами містить дещо глибоко хибне. Хибність цієї теорії настільки ж серйозна, як і неправильність борівських орбіт» [2]. Навіть Лемб, теж у кінці життя, засумнівався – фотон, реальна частинка чи зручний термін [3]?

Природа фізичного вакууму має достатнє теоретичне обґрунтування [4] і експериментальне підтвердження [5], проте, для людини з нормальним глуздом, апіорі є абсолютно некомфортним положення про незалежність швидкості світла від стану руху системи координат, і не полишає відчуття деякої штучності, умовності, тимчасовості теорії. Спробуємо показати, що цей дискомфорт є результатом невірної розстановки наголосів.

Згідно прийнятої на сьогодні моделі фізичного вакууму [4] він є сукупністю віртуальних, зокрема, електрон-позитронних пар (ВЕПП). Як відомо, ВЕПП теоретично виникають під час розв'язання рівняння Шредінгера з урахуванням СТВ (рівняння Дірака), вони фактично заповнюють весь мислимий простір, незалежно від наявності чи відсутності в ньому інших об'єктів. Значимо, в монографії [6] (ще в 1966 році) серед

© Конончук Г. Л., Терентьєва Ю. Г., 2009

інших згадується модель фотона у вигляді послідовного збудження діраківських ВЕПП.

Для подальшого надзвичайно важливо, що віртуальні протилежно заряджені частинки, що утворюють фізичний вакуум, у будь-якій системі координат мають неперервний спектр імпульсів у межах від мінус до плюс нескінченності. Це твердження є наслідком фундаментального співвідношення невизначеностей Гейзенберга:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar,$$

оскільки інтервал  $\Delta t$  часу існування ВЕПП не має принципових суттєвих для сучасної фізики обмежень і може бути як завгодно малим. Отже, невизначеність  $\Delta E$  та величина енергії  $E$  чи імпульсу  $E/c$  можуть бути як завгодно великими ( $c$  – швидкість світла в вакуумі). Густина ймовірності розподілу по імпульсах  $f(p)$  (і по швидкостях) мусить бути константою (напевне, нескінченно малою, аби задовольнити умову нормування). Це твердження стає переконливим, якщо припустити обернене – неоднорідність функції розподілу  $f(p)$  у деякій системі координат дає можливість суб'єктивної зміни виду функції  $f(p)$  простим переходом до іншої системи, яка рухається відносно першої з постійною швидкістю, можливість знайти *особливу* систему. Але нерівноправність (відмінність хоч би в чомусь) інерційних систем відліку заперечується спеціальною теорією відносності (СТВ). Отже, в будь-якій системі координат, сукупність ВЕПП має однаковий вигляд за *ознакою розподілу по швидкостях*, і для сукупності ВЕПП *не існує* такої ознаки як рухома чи нерухома система координат, а тому і будь-якої різниці між ними теж не існує.

Основні висновки з наведених вище міркувань.

1. Світло поширюється в специфічному, з *властивостями діелектрика*, середовищі, за-

повненому (віртуальними рухомими) зарядженими частинками.

2. Взаємодія з середовищем, яке є аналогом діелектрика, *знижує* швидкість світла саме до тієї величини, яку і отримуємо в експериментальних вимірюваннях.

3. Незмінність функції розподілу  $f(p)$  імпульсів ВЕПП у будь-якій системі відліку автоматично і обов'язково означає *однаковість* швидкості світла в будь-якій інерційній системі координат.

Дійсно, в будь-яких двох інерційних системах відліку фотон рухається в абсолютно однакових «діелектричних» середовищах, в абсолютно однакових умовах, оскільки механічний рух системи ніяк не може вплинути на характер розподілу  $f(p)$  і характер взаємодії фотон-ВЕПП. Це робить його просто приреченим мати одну й ту ж швидкість поширення *в кожній* з інерційних систем, оскільки єдина існуюча відмінність між ними суттєва лише для явищ макромеханіки. Принагідно відзначимо, що в абсолютному вакуумі (або ще – «математичному», під яким розуміємо, класичний Ньютонів, нічим не заповнений простір, в т.ч. віртуальними парами – якби таке було можливо), на відміну від фізичного, швидкість світла мала б бути більшою від  $c$  (скоріш за все, навіть нескінченно великою, оскільки в іншому випадку, хоч би якоюсь мірою мусив би проявлятися Галілеєвий принцип додавання швидкостей).

4. Варто відзначити, що взаємодія в середовищі ВЕПП не має резонансів, принаймні нам не відомо, щоб така модель розглядалась. Це автоматично означає, що для поширення світла у вакуумі *відсутня дисперсія*.

Сформульовані вище положення практично знімають психологічну проблему несприйняття принаймні основної тези СТВ про незалежність сталої  $c$  від взаємного руху систем координат. Як бачимо, ці положення можуть входити в концепцію світобудови не тільки як постулат, але деякою мірою як логічний висновок з інших домовленостей. Таке припущення є достатньо несуперечливе, замкнене, і було б дивно, якби це було не так: адже сам висновок про суть фізичного вакууму отримано на основі *вимушеного* припущення константності швидкості світла в різних системах.

Очевидно, знімається напруга нерозуміння відсутності механічної взаємодії фізичних тіл з віртуальними частинками. Дійсно, механічна взаємодія тіл проявляється (ми саме так помічаємо і реєструємо її) як результат обміну енергією (імпульсом). Проте в даному випадку такий обмін зареєструвати неможливо, пара, що народилася, якщо і (миттєво і локально) взаємодіяла з оточенням, розвивається у зворотному напрямку, зникає, не залишаючи жодного сліду, при цьому повністю і обов'язково відновлюються

початкові умови механічного стану системи (а саме – нульова енергія, нульовий імпульс). Отже, ніяких механічних змін зовні не відбувається, їх і не може бути за визначенням. (Народження реальної пари при взаємодії потужного  $\gamma$ -кванта з ядром є не стільки виняток, скільки інша фізика). Говорити про густину, коефіцієнт тертя, модуль Юнга та інші механічні характеристики, які лякали послідовників теорії Максвелла своїми занадто крайніми значеннями, немає сенсу. Можливо, вони є, але не в змозі проявитися, оскільки початкові умови існування фізичного вакууму (вони ж і є кінцевими, і стаціонарними) повинні відтворюватись. «Ми можемо спостерігати об'єкт, лише примусивши взаємодіяти його з чимось зовнішнім» [7], і з поведінки цього зовнішнього судити про наявність і поведінку досліджуваного об'єкту – це загальний (кореляційний) принцип пізнання природи, коли нема можливості безпосередньо користуватись органами чуття. В середовищі ВЕПП, після проходження хвилі, ніяких змін не відбувається, в якій би системі – рухомій чи нерухомій – це не відбувалося, тому і спостережувана швидкість світла повинна бути однакою в кожній з них.

Якщо прийняти модель фізичного вакууму в теперішньому трактуванні, принаймні поведінка фотона в ньому виглядає природно, не породжує непорозуміння чи нестиківки навіть з повсякденним досвідом, найголовніше, з Галілеєвим принципом складання швидкостей. До розповсюдження світла цей принцип просто не має ніякого відношення – фотон в жодному разі не поширюється в системі матеріальних тіл, байдуже – рухомій чи нерухомій, але в специфічному середовищі ВЕПП, яке виглядає однаково у всіх системах відліку через специфічність своєї природи. Система матеріальних тіл *своїм рухом* не може уповільнити чи прискорити рух фотона, *бо не взаємодіє з ним*. Матеріальні тіла є вимушено лише генераторами (джерелами) або реєстраторами знаходження електромагнітного збудження в конкретних точках простору. Навіть свідками наявності не можуть бути, засвідчити наявність фотона можна єдиним способом – знищивши його, і тоді в середовищі спостерігаються зміни, які стимулюють здогадку, що фотон був. («Розтин тіла показав, що пацієнт помер від розтину тіла».) Іншими словами, фотон народжується і зникає в системі матеріальних тіл, вони є кінцевими точками його існування, проте існує – в іншому середовищі. І якби цих тіл не було зовсім (уявімо собі таке, хоча було б і неможливо визначити сам простір), не припиниться поширення хвильового збудження в середовищі ВЕПП зі швидкістю  $c$ .

Автори глибоко вдячні П. І. Голоду за обговорення теми.

1. Кун Томас. Структура наукових революцій. – К. : Port-Royal, 2001. – 228 с.
2. Дирак П. А. М. Воспоминания о необычайной эпохе. – М. : Наука, 1990. – 208 с.
3. W. E. Lamb, Anti-Photon Jr. / Appl. Phys. B. 60, 1995. – P. 77–84.
4. Р. Фейнман. Квантовая электродинамика. – Новокузнецк: ИО НФМИ, 1998. – 216 с.
5. Лэмб У. Е., Ризерфорд Р. К. // УФН. – 1951. – Т.45. – С. 553.
6. Королёв Ф. А. Теоретическая оптика. – М. : «Высшая школа», 1966. – 555 с.
7. Дирак П. Принципы квантовой механики. – М. : Наука, 1979. – 481 с.

*Kononchuk G., Terentyeva Yu.*

## ONCE AGAIN – ABOUT VELOCITY OF LIGHT

*Basing on the quantum mechanics and the modern model of physical vacuum we offer the consistent method of understanding one of the postulates of Special Theory of Relativity – invariability of speed expansion of electromagnetic wave in physical vacuum in all inertial systems.*

**Keywords:** *physical vacuum, photon, special theory of relativity.*

УДК 538.97+517.9

*Taneri U., Prykarpatsky Y. A., Vovk M. I., Prykarpatsky A. K.*

## THE ELECTROMAGNETIC LORENTZ PROBLEM AND THE HAMILTONIAN STRUCTURE ANALYSIS OF THE MAXWELL-YANG-MILLS TYPE DYNAMICAL SYSTEMS WITHIN THE REDUCTION METHOD

*Based on analysis of reduced geometric structures on fibered manifolds, invariant under action of an abelian functional symmetry group, we construct the symplectic structures associated with connection forms on the related principal fiber bundles with abelian functional structure groups. The Marsden-Weinstein reduction procedure is applied to the Maxwell and Yang-Mills type dynamical systems. The geometric properties of Lorentz type constraints, describing the electromagnetic field properties in vacuum and related with the well known Dirac-Fock-Podolsky problem, are discussed.*

**Keywords:** *symplectic structures, principal fiber bundles, Lorentz constraints.*

### 1. Introduction

It is well known [4, 2] that Hamiltonian theory of electromagnetic Maxwell equations faces with very important classical problem of introducing into the unique formalism the well known Lorentz conditions, ensuring both the wave structure of propagating quanta and the positivity of energy. To the regret, in spite of classical studies on this problem given by Dirac, Fock and Podolsky [5], the problem still stays open, and the Lorentz condition is imposed within the modern electrodynamics “by hands” as the external constraint not entering a priori the initial Hamiltonian (or Lagrangian) theory. Moreover, when trying to quantize the electromagnetic theory, as it was shown by Pauli, Dirac, Bogolubov and Shirkov and others, within the existing approach the quantum Lorentz condition could not be satisfied, but only in average sense, since it be-

comes not compatible. This and related problems stimulated our studying of this problem from so called symplectic reduction theory [1, 3, 9, 12], which, in addition, allows systematically to introduce in the Hamiltonian formalism the external charge and current boundary conditions as well as to suggest a solution to the Lorentz condition problem mentioned above. Some applications of the method are given to Yang-Mills type equations, interacting with a point charged particle. We study the related Poissonian structures on the corresponding reduced symplectic manifolds, which are used in various problems of dynamics in modern mathematical physics, and apply them to studying the nonstandard Hamiltonian properties of the Maxwell and Yang-Mills type dynamical systems. We also analyze from symplectic point of view the important Lorentz type constraints, describing the electrodynamic vacuum properties.