

КРИЗА ТЕХНОУТВОРЕНЬ ХХ СТОЛІТТЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗМІСТ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Олена ТРИФОНОВА

В статті розглянуті ті зміни в усіх сферах життя світової спільноти, що ведуть до науково-технічних революцій.

In the articles considered those changes are in all of spheres which conduce lives of world association of to scientific and technical revolutions.

Актуальність проблеми. Принцип науковості навчання вимагає навчання суб'єктів навчання з основами науки. Він реалізується під час розробки навчальних програм і підручників та в процесі навчання шляхом добору новітнього навчального матеріалу. Реалізація принципу науковості у шкільному курсі фізики забезпечує формування в суб'єктів навчання наукового світогляду, цілісної картини світу, вмінь і навичок наукового пошуку [1].

Аналіз ступеня дослідження проблеми. Специфіка формування фізичних знань з квантової фізики передбачає врахування співвідношення теоретичного та емпіричного,

дуалістичного й гіпотетичного, дискретного та неперервного. Вона частково розглядалась дослідниками В.В. Мултановським, Г.М. Голіним, Л.Я. Зоріною, В.Ю. Ковальчуком, О.І. Ляшенком, М.І. Садовим, О.В. Сергеевим [2].

У методичних дослідженнях проблема створення єдиної теорії сил взаємодії також розглядається рідко. Це пояснюється не лише складністю наукового рівня теоретичних здобутків учених, а й відсутністю замовлення суспільства на ті чи інші знання. Шкільний курс фізики, за невеликим винятком, формується поняттями, теоріями виявленими у першій половині минулого століття. Домінує методична ідея формування в учнів чотирьох фундаментальних взаємодій. На нашу думку це не відповідає принципу науковості курсу.

Історія розвитку людства, особливо ХІХ-о і ХХ-о століть свідчить, що кардинальні зміни в економічній,

соціальної і суспільно-політичної сферах життя світової спільноти, відбувалися, коли здійснювалися науково-технічні революції. Вони приводили до появи нових технологій, аналогів яких не мали системи попереднього виробництва. Підтвердженням цього є еволюція технологій, що базувалися на парових машинах, потім на електриці і, нарешті, на електронних інформаційних і атомних технологіях.

Закономірно, що науково-технічні революції виникали з кризових ситуацій у розвитку попередньої системи виробництва, що вичерпали себе. Сучасний розвиток, не дивлячись на прогрес мікроелектроніки, обчислювальної техніки, в засобів зв'язку, використання нових матеріалів свідчить про початок кризи нових технологій ХХ-о століття [3].

У мікроелектроніці зменшення розмірів елементів мікроелектронної техніки вже не може бути реалізоване, так як напилений напівпровідник не може бути менше одного атомного шару. Навіть в оптичних комп'ютерах швидкодія не більша швидкості світла. Матрична архітектура комп'ютерів не вирішує проблему, бо спричиняє збільшення об'єму обчислювальних засобів.

Вичерпала свої можливості гідроенергетика, яка останні півстоліття розвивалася за рахунок збитку орним землям від водосховищ і збитку рибного господарства через каскад дамб, а відповідно і екології.

Гігантські викиди в атмосферу вуглекислого газу при спалюванні палива тепловими електростанціями є серйозним чинником екологічного лиха планети.

Атомна енергетика не зможе реабілітувати себе відносно безпеки. Існує проблема утилізації відходів атомних виробництв. Термоядерна

енергетика поки не вийшла із стадії розробок.

Варто прийти з учнями до висновку, що криза технології ХХ-о століття є очевидним фактом. Незаперечним є й те, що ідейний потенціал технологій черпається у фундаментальних науках. Не дивлячись на вражаючі здобутки у фундаментальних науках останніх років, таких як холодний ядерний синтез, високотемпературна надпровідність, нині спостерігається криза у фундаментальних, теоретичних і експериментальних науках, криза загальноприйнятої наукової парадигми.

Як узагальнення повідомляємо учням, що друге тисячоліття було історією зміни парадигм у природознавстві. Починаючи з Г. Галілея, змістовна база парадигм в природних науках невідворотно будувалася на основі: вибору принципу відносності; відповідної геометрії простору; постулювання існування фізичного вакууму – якогось універсального середовища (у І. Ньютона ефіру), яке виконує роль носія взаємодій, є фізичним джерелом речовини, породжує елементарні частинки [3].

Дві перші обставини були закріплені у відомій програмі геометризації А. Ейнштейна. Вона стала одним з наріжних напрямів розвитку науки впродовж всього ХХ-о століття, хоч і не знаходила повного універсального вирішення.

Наголошуємо увагу учнів, що починаючи з кінця ХІХ століття частина вчених сучасну фізичну парадигму ґрунтують на основі теорії фізичного вакууму, як праматерії, яка лежить в основі всього того, що спостерігається у природі. Для цього послідовно здійснюється реалізація дослідницької програми єдиної теорії поля, яка, зрештою, привела до рівнянь фізичного вакууму. Ці рівняння

описують електромагнітні, гравітаційні, ядерні, слабкі поля. Тим самим зроблено досить важливі кроки не лише до розв'язання проблеми супероб'єднання, але й до реалізації програми геометризації Клиффорда-Ейнштейна [2].

Ми прийшли до висновку, що у науці фізика накопила критичну масу наукових знань, які залишаються поза методичних досліджень. На нашу думку доцільно суб'єктів навчання залучати до ознайомлення з сучасним станом наукових розробок, їх перспективністю. Це, насамперед стосується проблеми єдиної теорії фундаментальних сил взаємодії; моделі техноколора, рис. 1, представляють нові взаємодії, аналогічні "кольоровій" силі, яка пов'язує кварки. Як наслідок цього виникає нове покоління частинок, що відрізняються від трьох відомих; суперсиметрія, що пов'язує ферміони з бозонами, додає до кожної відомої частинки партнера суперсиметрії; М-теорія і теорія струн, видозмінюють повну модель в термінах нових об'єктів типу крихітних струн, петель і мембран, які поводяться подібно до частинок за низьких енергій.



Рис. 1. Моделі техноколора

Суб'єкти навчання повинні переконатись, що такі передбачення будуть корисні для об'єднаної теорії всіх сил, але відкриття цієї теорії, ймовірно, не буде можливе без появи радикально нових ідей. Частина з них уже висунуті й обговорюються. Існує п'ять різних теорій крихітних одновимірних об'єктів відомих як

струни, різні моди коливань, яких виявляються при низьких енергіях, як різні види частинок і очевидно є кінцевими теоріями гравітації та інших сил в 10-мірному просторі-часі. Звичайно, неможливо уявити 10-вимірне вимірювання. Математично таке вимірювання зображається і уявляється добре. Але ймовірно, що шість з цих вимірювань можуть бути згорнуті настільки сильно, що їх прояв не спостерігаються в процесах за енергією нижче 10^{16} GeV, що припадає на одну частинку. Тоді чотиримірний простір є складовим у 10-вимірному. Ясність у всьому цьому з'явилася лише в останні декілька років, коли виявилось, що висунуті п'ять струнних теорій є не що інше, як наближені версії єдиної фундаментальної теорії, які іноді називають М-теорією [3]. Існує ідея квантової теорії поля в 11 вимірюваннях. Але поки що невідомо, як записати рівняння цієї теорії.

На шляху до розв'язання вказаної проблеми виникає дві проблеми, які залишаються поза методичних досліджень. Перша полягає у тому, що дослідники не знають, які фізичні принципи керують такою фундаментальною теорією. У розробці загальної теорії відносності А.Ейнштейн керувався принципом, який він вивів з відомих властивостей гравітації, – принципом еквівалентності сил тяжіння та інерційних ефектів типу відцентрової сили. Розвиток Стандартної Моделі виходив з принципу калібрувальної симетрії, як узагальненням відомої властивості електрики, що полягає в тому, що фізичний сенс має тільки різницю потенціалів, але не сам потенціал безпосередньо.

Константи взаємодії не залишаються постійними, а повільно змінюються залежно від енергії. Цей процес точно описаний квантовою теорією поля і перевірений

експериментом аж до 200 ГеВ. Теоретична екстраполяція показує, що три взаємодії Стандартної Моделі: сильна і об'єднана електрослабка мають приблизно рівну інтенсивність

при досить високих енергіях (рис. 2), а при врахуванні суперсиметрії, невизначеність в константах зв'язку (рис. 3) ця рівність стає ще точнішою.

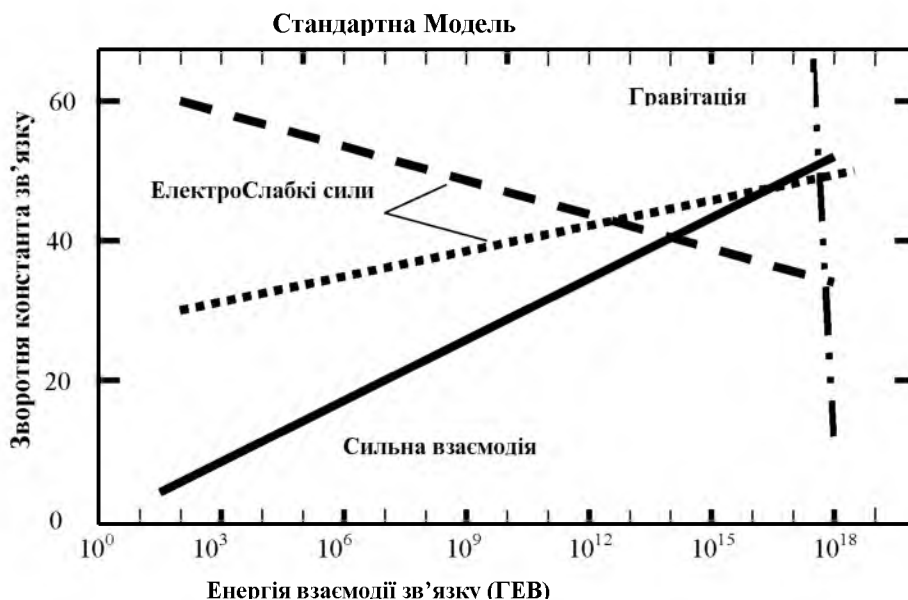


Рис. 2. Залежність констант взаємодії з енергією зв'язку

Ніні у науці не виявлений який-небудь фундаментальний принцип, виходячи з якого можна було б побудувати М-теорію. Різні апроксимації до цієї теорії нагадують струнні або польові теорії у просторі-часі різної розмірності, але можливо, що нова фундаментальна теорія взагалі не повинна формулюватися в термінах простору-часу. Квантова теорія поля досить сильно обмежена принципами, що покладені у основу природи чотиривимірного простору-часу, які включені в спеціальну теорію відносності. Поки що невідомо, яким чином можна отримати ідеї, необхідні для правильного формулювання нової фундаментальної теорії. Це не просто, бо ця теорія повинна описувати область, де всі інтуїтивні уявлення, придбані науковцями з життя в просторі-часі, стануть невідповідними.

Інша перешкода полягає в тому, що, навіть якщо і виникне ідея, принцип

формулювання фундаментальної теорії, то як її використовувати, щоб робити передбачення, які б підтверджували її істинність. Більшість успішних передбачень Стандартній Моделі були засновані на методі обчислення, відомого як теорія збурень. У квантовій механіці вірогідності фізичних процесів обчислюються підсумовуванням всіх можливих послідовностей проміжних кроків, через які може відбуватися процес. Використовуючи теорію збурень, спочатку вчені розглядають тільки найпростіші проміжні кроки, потім все складніші і складніші. Цей спосіб має перспективу тільки в тому випадку, якщо все більш і більш складні проміжні кроки приводять до вірогідних результатів. Це, як правило, має місце в тому випадку, якщо константа зв'язку достатньо мала. Але не можна нехтувати й тим, що іноді теорія, де проявляється дуже сильна взаємодія еквівалентна іншій теорії з

дуже слабкою взаємодією, в якій застосовні методи теорії збурень. Таке відношення еквівалентності діє для деяких пар з п'яти струнних теорій в 10-и вимірюваннях і теорії поля в 11-и вимірюваннях, згаданих раніше.

Напевне, взаємодії передбачуваної фундаментальної теорії, очевидно, не є ні дуже сильними, ні дуже слабкими, виключаючи тим самим будь-яке використання теорії збурень.

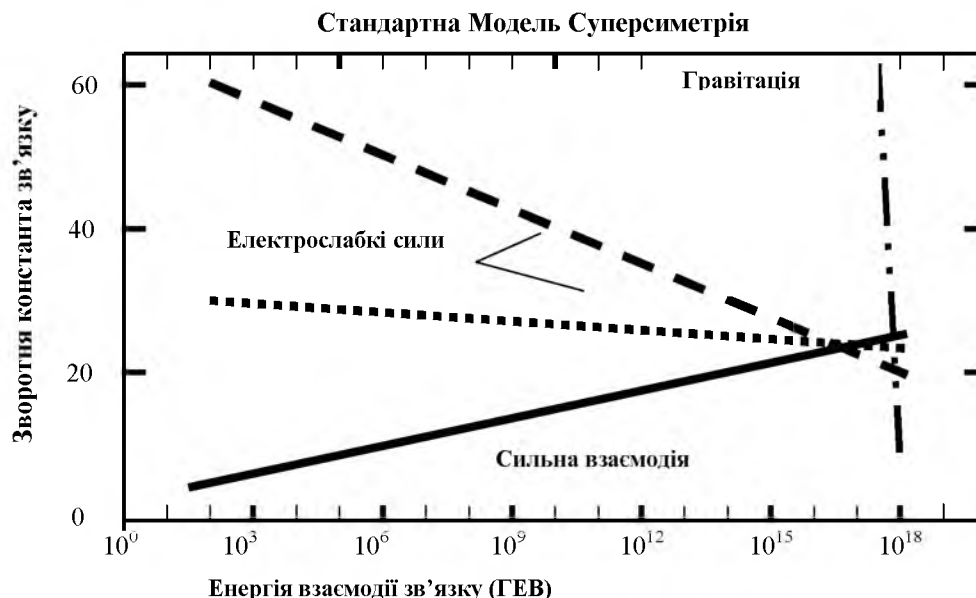


Рис. 3. Графічна залежність констант зв'язку та енергії взаємодії

Аналіз наукової літератури приводить до висновку, проблема не буде вирішена у 2050 р., або навіть в 2150 році. Проте навіть коли теоретично вона й буде вирішена, поки розвиток техніки і технологій не забезпечить можливість постановки експериментів за енергій 10^{16} ГЕВ або вивчати вищі вимірювання, наукове суспільство, виробництво не турбуватиме проблема перевірки істинності фундаментальної об'єднаної теорії.

Можливо, що, коли наукова спільнота нарешті зрозуміє, як частинки і сили поведуть себе за енергій до 10^{18} ГЕВ, тільки тоді зіткнемося з новими таємницями, а до завершального об'єднання буде набагато далі. Спочатку потрібно до цього наблизитись. Крім цього у теоретичних наукових дослідженнях, поки що немає ніяких передбачень, що фундаментальна енергетична шкала

тягнеться далі 10^{18} ГЕВ, а теорія струн навіть припускає, що вищі енергії не мають фізичного сенсу.

Варто зробити з учнями **висновок**, що це є еволюція розвитку фізики. Ймовірно такий підхід навіть не допоможе у вирішенні деяких ще не розв'язаних проблем сьогоденної фізики, наприклад типу розуміння турбулентності і високотемпературної надпровідності. Але це буде саме пошуку нової фізичної теорії.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гончаренко С.У. Педагогічні дослідження / Гончаренко С.У. – К.: АПН України, 1995. – 45 с.
2. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах / Томилин К.А. – М.: Физматлит, 2006. – 370 с.
3. The Theory Formerly Known as Strings", by; Michael J. Duff Scientific American, February 1998.

ВИПУСК 2

Серія: ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ
І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

 НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Трифорова Олена Михайлівна –

кандидат педагогічних наук, старший викладач
кафедри фізики та методики її викладання

Кіровоградського державного педагогічного
університету ім. В.Винниченка.

Наукові інтереси: проблеми викладання
фізики в загальноосвітній та вищій шкіль.