

ЕВОЛЮЦІЯ ФІЗИЧНОЇ КАРТИНИ СВІТУ В КУРСІ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Школа Олександр Васильович

Національний педагогічний університет ім. М.П.Драгоманова

Постановка проблеми. Фундаментальна підготовка майбутніх учителів фізики у ВНЗ традиційно завершується курсом теоретичної фізики. У ньому поглиблюються, систематизуються та узагальнюються знання студентів з фундаментальних фізичних теорій, формуються найповніші уявлення про сучасну фізичну картину світу (ФКС) як невід'ємної складової їх наукового світогляду і відповідного стилю мислення. Розв'язання зазначених вище завдань навчального курсу є нелегкою справою.

Досвід свідчить, що майже половина студентів має труднощі у засвоєнні матеріалів курсу, під час самостійного застосування набутих знань у поясненні фізичних явищ і процесів, розв'язуванні задач. Важко усвідомлюється ними одночасний вияв корпускулярних і хвильових властивостей речовини і поля, дискретний характер змін фізичних величин у мікросвіті, специфіка прояву динамічних і статистичних закономірностей тощо. Чималі труднощі викликають у студентів методологічні завдання: аналіз змісту й структури наукового знання, визначення ролі та значення фундаментальної ідеї/дослідження в структурі фізичної теорії, усвідомлення особливостей наукового пізнання у певний історичний період та ін. Таке становище можна пояснити, по-перше, фрагментарністю базових знань студентів та слабким рівнем володіння ними математичним апаратом і, як наслідок, неспроможністю пояснити фізичні процеси та явища мовою фізичної науки в їх взаємозв'язку та взаємозалежності; по-друге, недостатньою реалізацією принципу взаємозв'язку й наступності у навчанні курсів загальної і теоретичної фізики та необхідністю координації зусиль викладачів з метою формування у студентів цілісних, системних, методологічно важливих знань про сучасну ФКС як невід'ємної складової їх наукового світогляду.

Крім того, існують ще й зовнішні чинники. Кризовий стан у сучасному суспільстві створює сприятливі умови для появи різних екстрасенсів, провидців, астрологів та інших неординарних осіб. На сторінки журналів і газет, на радіо і телебачення, в мережу Інтернет хлинули широким потоком статті й повідомлення відповідного спрямування. На жаль, пропаганда і поширення містики, окультизму, парапсихології знаходить своє підґрунтя в суспільстві і цим віддаляє людей від культури і цивілізації. А це шкідливо ще й тому, що лженаукове знання породжує інші псевдонаукові знання, уявлення, світосприймання. Останнє має виняткове значення у професійній підготовці вчителів фізики, оскільки саме вони виступатимуть носіями культури, популяризаторами ідеології науково-технічного прогресу, тлумачами й коментаторами сучасних уявлень про ФКС. Невипадково В. Сухомлинський підкреслював, що педагог, як вихователь, починається з формування світогляду, адже це ядро особистості, дороговказ у житті кожної людини, надійний інструмент, за допомогою якого вона визначає основні пріоритети, цінності, критерії та напрямки своєї діяльності. У зв'язку з цим навчання курсу теоретичної фізики в системі професійної підготовки майбутніх учителів фізики має перетворитися на процес самовдосконалення особистості та одночасно у дієвий і ефективний чинник її збагачення фундаментальними знаннями, що сприятиме формуванню наукового світогляду і відповідного стилю мислення, тому цим питанням слід приділити особливу увагу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз філософської, психолого-педагогічної та науково-методичної літератури свідчить, що проблема формування ФКС в учнів/студентів у процесі навчання фізики як невід'ємної складової їх наукового світогляду не є новою, вона інтенсивно досліджується у дидактиці фізики протягом останніх 50 років. Сьогодні існує багато науково-методичних матеріалів, в яких глибоко розкрито й проаналізовано її різні теоретичні та методологічні аспекти. Серед них дослідження філософів (В. Андрущенко, Л. Губерський, В. Маричев, М. Мостепаненко, Г. Платонов, А. Спіркін, В. Шинкарук та ін.), психологів (Л. Божович, Л. Виготський,

В. Давидов, О. Леонтьєв, Н. Менчинська, С. Рубінштейн, Б. Теплов та ін.), науковців (Н. Бор, М. Борн, В. Вернадський, В. Гейзенберг, П. Дірак, А. Ейнштейн, С. Капіца, М. Планк та ін.), методистів-фізиків (П. Атаманчук, Л. Благодаренко, О. Бугайов, Б. Будний, С. Гончаренко, О. Іваницький, В. Ільченко, А. Касперський, О. Коновал, Є. Коршак, О. Ляшенко, М. Мартинюк, В. Мощанський, В. Мултановський, А. Павленко, В. Савченко, М. Садовий, П. Самойленко, О. Сергєєв, В. Сергієнко, В. Сиротюк, Н. Сосницька, Б. Спаський, Б. Сусь, І. Тичина, В. Тищук, А. Усова, В. Шарко, М. Шут та ін.).

Систематизація та узагальнення літературних джерел свідчить, що за результатами проведених наукових пошуків сьогодні досліджено генезис поняття “фізична картина світу”, визначено його зміст, структуру, види, функції, філософські та психолого-педагогічні аспекти, мінливість форм і характер впливу на темпи розвитку наукових знань [2 – 6]. Унаслідок цього ФКС не тільки міцно ствердилася у фізичній науці як одна з основних категорій методології наукового пізнання, але й набула відповідного статусу в теорії і методиці навчання фізики в якості невід’ємної складової наукового світогляду цілісної особистості. Загальноновизнано, що озброєння майбутніх учителів фізики системою наукових знань не забезпечує автоматично, водночас формування їх наукового світогляду та цілісних уявлень про навколишній світ. Науковий стиль мислення – це такий рівень культури мислення, на який майбутні фахівці можуть піднятися тільки у результаті цілеспрямованої, систематичної, спеціально організованої роботи. Для того, щоб знання окремих фізичних процесів, законів і теорій стало основою наукового світогляду, воно повинно бути філософські осмислено та узагальнено з позицій єдиної методології. У якості такої узагальненої фізичної моделі/образу природи, що являє собою комплекс фундаментальних наукових ідей, понять і теорій, пов’язаних відповідними принципами в єдину систему, і виступає ФКС. Маючи історично зумовлений характер, вона наповнює конкретним природничо-науковим змістом загальні філософські уявлення про будову, властивості та еволюцію матеріального світу на всіх його структурних рівнях (мікро-, макро- та

мегасвіт), форми існування матерії (простір, час, рух, взаємодія та взаємозв'язок), закономірності пізнання. ФКС є частиною природничо-наукової картини світу, яка в свою чергу входить до наукової картини світу, остання ж виступає необхідним елементом наукового світогляду та невід'ємним компонентом загальнолюдської культури.

Уся історія фізики – це процес становлення, удосконалення та зміни різних ФКС, процес її еволюції. Кожна з наступних виступає лише відносно завершеною картиною, що відбиває, однак, точніше й адекватніше об'єктивний світ. А.Ейнштейн вважав, що в розвитку фізики основною тенденцією завжди було прагнення до єдності знань, а “вищим покликанням фізиків є пошук тих загальних елементарних законів, з яких шляхом чистої дедукції можна отримати картину світу. ... Ми повинні ставити питання не про те, чи єдина природа, а питання про те, яким чином вона єдина” [1, с.35]. Загальноосвітня вимога формування у студентів цілісних, системних (інтегрованих) знань є логічним відображенням принципу єдності природи та основної тенденції розвитку фізичної науки – прагнення до єдності знань про навколишній світ. Але розглядати процес навчання як оволодіння сумою наукових знань сьогодні недостатньо; усі факти пізнати та запам'ятати неможливо. Оволодіти знанням означає оволодіти ідейним змістом фундаментальних фізичних теорій, способом пізнання, мовою науки, навчитися правильно мислити.

Знання про те, якою є сучасна ФКС майбутні вчителі фізики у ВНЗ можуть отримати на основі опрацювання наукових першоджерел, під час вивчення курсу загальної фізики, який є переважно експериментальним, або прослухавши відповідний спецкурс, який сьогодні, на жаль, не завжди входить до нормативної частини навчального плану їх професійної підготовки. Останнє обумовлює особливе положення і важливість розв'язання зазначеної проблеми у рамках курсу теоретичної фізики, який завершує фундаментальну підготовку майбутніх учителів, безпосередньо ілюструючи плідність аналітичних методів, теоретичних моделей та інтуїції в науковому пізнанні фізичних явищ і процесів. У зв'язку з цим **метою статті** є короткий аналіз еволюції ФКС в курсі

теоретичної фізики як одного з його головних завдань та невід'ємної складової процесу формування наукового світогляду майбутніх учителів фізики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Історія науки жодною мірою не є поступовим лінійним процесом кількісного накопичення знань про природу. Натомість у її розвитку чітко простежується циклічність із специфічними стадіями та характерною динамікою: від нагромадження, систематизації й узагальнення емпіричних фактів, висунення гіпотез та побудови абстрактних моделей, формулювання постулатів, принципів і законів до створення на їх основі наукових теорій, цілісного образу/картини світу, і далі виведення теоретичних наслідків з їх наступною експериментальною перевіркою. Характерною у цьому закономірному процесі пізнання природи стає тенденція: через фундаментальний характер фізичної науки її основні ідеї все більше проникають у масову свідомість і визначають світогляд та образ мислення цілих поколінь. Сучасна фізика інтенсивно розвивається у просторі й часі, комплексний системний характер наукових досліджень вимагає глибоких і міцних знань, саме тому принцип фундаменталізації сьогодні виступає стратегічним напрямом реформування вищої освіти [2]. У зв'язку з цим вважаємо, що процес навчання теоретичної фізики у ВНЗ має відповідати розвитку фізичної науки, а також тим шляхам пізнання, які стали в ній вирішальними. При цьому формування у студентів найповніших уявлень про сучасну ФКС як невід'ємної складової їх наукового світогляду повинно стати пріоритетним завданням навчального курсу.

Термін “картина світу” першим у фізиці запровадив Г. Герц наприкінці XIX ст. Надалі цим поняттям широко користувався М. Планк, який розумів його як “образ світу, що формується у фізичній науці та відображає реальні закономірності природи” [4, с.48]. При цьому поняття ФКС, “картина сучасної теоретичної фізики” та “фізичний світогляд” він уживав як синоніми.

Ключовими у ФКС він вважав три фундаментальні категорії: уявлення про простір-час, елементарні “цеглини”, з яких побудована матерія, та характер взаємодії, який скріплює їх в єдине ціле. В історії фізики перегляд цих фундаментальних понять відбувався кілька разів, у результаті чого були побудовані *механістична, електромагнітна та квантово-польова картини світу*. На думку деяких учених, сьогодні відбувається чергова революція у фізиці, яка приведе до побудови нової *еволюційно-синергетичної картини світу* [3, с.2]. Спробуємо коротко проаналізувати еволюцію ФКС, маючи на увазі їх світоглядне відображення в курсі теоретичної фізики.

Історія людства знає дві глобальні наукові революції: XVI – XVII і XIX – XX ст., які привели до кардинальної зміни уявлень про фундаментальні основи світобудови й відповідно ФКС. Перша з них була революційним стрибком передусім у науках, що вивчають механічну форму руху матерії. У результаті відбулося зародження класичного природознавства, яке, у свою чергу, створило так звану *механістичну картину світу* (МКС). Її становлення відбувалося під впливом атомістичних уявлень стародавніх філософів (Демокрит, Епікур, Лукрецій) та провідних ідей епохи Відродження: матеріальної єдності світу, причинності, експериментального обґрунтування, математичного опису природних явищ. Фундамент МКС закладався працями Леонардо да Вінчі, М. Коперника, Дж. Бруно, І. Кеплера, П. Гассенді, Р. Декарта, Б. Паскаля, Р. Гука, Х. Гюйгенса та ін. Проте найбільший внесок у її становлення зробили Г. Галілей і І. Ньютон.

Основу першої фізичної теорії, що виникла у межах МКС (*класичної механіки*) складає фундаментальна ідея атомізму, згідно з якою матерія є ієрархічною сукупністю дискретних неподільних елементів – атомів. Саме вони є “цеглинами” світобудови. Усі види руху зводилися до механічного переміщення тіл в абсолютному просторі й часі, незалежних як між собою, так і від матерії; стан тіла трактувався як однозначно визначений його початковим положенням; інерція є вродженою властивістю тіл, а їх взаємодія може відбуватися як при безпосередньому контакті так і на відстані (тяжіння);

визнавалася лише одна взаємодія – гравітаційна, що відбувається крізь простір миттєво, без будь-яких посередників (ідея далекодії за Ньютоном); механічні явища в різних інерціальних системах відліку проходять однаково або інакше рівняння динаміки при зміні однієї інерціальної системи відліку іншою не змінюються, тобто є інваріантними по відношенню до перетворень координат Галілея. Основні елементи МКС наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

МЕХАНІСТИЧНА КАРТИНА СВІТУ		
вихідні філософські ідеї	основні поняття	основні принципи
класичний атомізм і механіцизм	матерія – сукупність неподільних абсолютно твердих частинок/корпускул; рух – механічне переміщення частинок в абсолютному просторі й часі; фізичне поле (ефір) – допоміжне поняття; маса – міра інертності й тяжіння; сила – міра взаємодії тіл; взаємодія – причина руху та його зміни, інерціальна система відліку, траєкторія та ін.	відносності Галілея; далекодії; суперпозиції; причинності й детермінізму Лапласа; збереження.
<p><i>“Хто не знайомий із законами механічного руху, той не може пізнати природи” (Г.Галілей);</i> <i>“Усе моє життя було одним тривалим роздумом природи механічних явищ” (І.Ньютон).</i></p>		

Отже, світ у механістичній картині був побудований на єдиному фундаменті – законах механіки і теорії гравітації Ньютона. Усі фізичні процеси та явища в ній зводилися до механічного руху і взаємодії тіл, без розсіювання енергії згідно чітких причинно-наслідкових зв'язків; людський фактор, випадковість і хаос у принципі виключалися. Протягом XVIII ст. створюється математичний апарат класичної механіки на базі диференціального й інтегрального числень. Д. Бернуллі, Р.Бошковіч, Ж. Даламбер, Л. Ейлер, А. Клеро, П. Лаплас, П. Мопертюї, М. Остроградський, К. Якобі – розвинули й розширили ідеї Ньютона, надавши їм форму лінійних диференціальних рівнянь. Розробку аналітичних методів механіки завершили Ж. Лагранж, який на основі принципу можливих переміщень отримав у 1788 р. відомі рівняння руху механічної системи в узагальнених координатах, і У. Гамільтон, який на основі варіаційного принципу найменшої дії отримав у 1835 р. канонічні рівняння руху системи для характеристичної функції. Універсальність та евристична сила лагранжевого і

гамільтонового формалізмів виявилася згодом високоефективною в математичних моделях фізики ХХ ст., особливо під час створення загальної теорії відносності, квантової механіки, атомної фізики. Отже, зі створенням математичного апарату класичної механіки пов'язане її становлення як першої фундаментальної наукової теорії, про важливість якої Л. Больцман згодом писав: “Класична механіка – це фундамент, на якому побудовано всю будівлю теоретичної фізики, це коріння, з яких вийшли всі інші гілки цієї науки” [1, с.41].

На підґрунті МКС почали стрімко розвиватися техніка і технології, швидко збільшувалася кількість знань. Успіх механіки Ньютона значною мірою сприяв абсолютизації МКС та закономірній появі загальноприйнятої філософської концепції про чіткий та однозначний причинно-наслідковий зв'язок і взаємозумовленість усіх природних явищ і процесів (лапласівський детермінізм як перший, класичний тип наукової раціональності). Згідно останнього механічні процеси є оборотними: виходячи з інформації про сучасний стан досліджуваного об'єкту за законами механіки можна однозначно передбачити його майбутнє та відновити минуле. У ХІХ ст. методи механіки були поширені на область теплових явищ, електрики і магнетизму, оптики. Однак нові фізичні теорії того часу не могли бути зведені до універсальної концепції механістичного світобачення. Так, поряд з розглядом системи матеріальних точок, що повністю відповідала корпускулярним уявленнями про матерію, довелося ввести поняття суцільного середовища, пов'язаного по суті вже з континуальними уявленнями про матерію. Для пояснення світлових явищ вводилося поняття ефіру (особливої невагомої матерії/рідини), теплові явища пояснювали за допомогою теплоруду, підлягала критичному аналізу ідея далекодії. Особливі труднощі виникли у зв'язку з поясненням сутності електромагнітних явищ. Спроби побудувати теорію електромагнітних взаємодій на основі механічних уявлень виявилися безуспішними, тому назрівала необхідність перегляду вихідних філософських ідей про навколишній світ.

Елементи нової ФКС почали складатися ще в надрах МКС у зв'язку з вивченням електромагнітних явищ (роботи Кавендіша, Кулона, Ома, Ерстеда,

Ампера, Вебера, Неймана, Деві, Араго, Біо, Савара та ін.). Основи нової *електромагнітної картини світу* (ЕМКС) були закладені працями М. Фарадея і Дж. Максвелла, які, розробляючи теорію електромагнітних явищ, керувалися новими філософськими ідеями: континуальні уявлення про матерію, близькодії та матеріальності електромагнітного поля. Хоча концепція ефіру, поняття суцільного середовища створювали передумови до появи поняття фізичного поля, останнє сформувалося й закріпилося у фізиці тільки після того, як Фарадей, відкривши у 1831 р. закон електромагнітної індукції, використав для побудови нової картини світу континуальні уявлення про матерію. На думку вченого, навколишній світ – це електродинамічна система заряджених частинок, що взаємодіють між собою уздовж силових ліній за допомогою електромагнітного поля у відповідності з принципом близькодії.

На основі таких уявлень Максвелл побудував нову фундаментальну теорію – *класичну електродинаміку*, основу якої склали відомі рівняння в диференціальній та інтегральній формах, що описували еволюцію єдиного електромагнітного поля та його взаємодію із зарядами й струмами. Узагальнюючи всі основні закономірності електричних і магнітних явищ, теорія Максвелла змогла не тільки пояснити вже відомі експериментальні факти, але й передбачити нові явища. Одним з її важливих наслідків стало положення про існування магнітного поля “струмів зміщення”, що дозволило вченому передбачити існування електромагнітних хвиль – змінного електромагнітного поля, що поширюється у просторі з кінцевою швидкістю:
$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$
, а для вакууму ($\epsilon = 1; \mu = 1$)

$v \equiv c = 3 \cdot 10^8 (м/с)$. Збіг розмірного коефіцієнту у попередній формулі зі швидкістю світла у вакуумі (за результатами дослідів Фізо-Фуко) вказувало на глибокий зв'язок між електромагнітними та оптичними явищами. Отже, за теорією Максвелла світло має електромагнітну природу, виступаючи поперечною електромагнітною хвилею, яка поширюється в однорідному середовищі в усіх напрямках зі сталою швидкістю незалежно від руху як джерела хвиль, так і

приймача. Таким чином, рівняння Максвелла виявилися неінваріантними відносно перетворень Галілея, що суперечило класичній механіці.

Фундаментальні ідеї Фарадея-Максвелла викликали справжній переворот у фізиці другої половини XIX ст. Матерія існує у двох формах – речовина і поле, між якими є непрохідна грань: речовина не перетворюється в поле і навпаки. На відміну від речовини, яка є дискретною, поле є безперервною субстанцією, що може передавати взаємодію із швидкістю світла. Відомі два види поля – електромагнітне і гравітаційне, як результат, у природі існують два види фундаментальних взаємодій. Електромагнітна взаємодія пояснює не тільки електричні і магнітні явища, але й інші – оптичні, хімічні, теплові. У результаті практично все в природі зводиться до електромагнетизму (зовні сфери його впливу залишалося лише тяжіння). Якщо в часи розквіту ЕМКС робилися спроби звести електромагнітні явища до механічних процесів в особливому середовищі (світловому ефірі), то тепер вже прагнули, навпаки, вивести закони руху частинок з електромагнітної теорії. Досліди О. Хевісайда, Г. Герца, О. Столетова, П. Зілова, М. Шіллера, Р. Коллі, П. Лебедева сприяли не тільки підтвердженню, але й розвитку та поглибленню основних положень теорії електромагнітного поля. Однак не всі фізичні явища вдавалося пояснити в межах ЕМКС. Ігнорування дискретної атомістичної природи речовини згодом приводить електродинаміку до цілого ряду протиріч з новими експериментальними фактами, які частково знімаються *класичною теорією електропровідності* Друде-Лоренца (або мікроскопічної електродинаміки), що поєднувала дискретність електричних зарядів та об'єктивну реальність електромагнітного поля.

Кульмінації ЕМКС досягла після створення А. Ейнштейном у 1905 р. *спеціальної теорії відносності* (СТВ), яка стала теоретичною основою електродинаміки рухомих середовищ – вчення про закономірності випромінювання та поширення електромагнітних, у тому числі й оптичних, хвиль у рухомих середовищах, що виділилась в окрему галузь знань наприкінці XIX ст. завдяки роботам Г.А.Лоренца і А.Пуанкаре. У рамках СТВ було

обґрунтовано два фундаментальних принципи про інваріантність перебігу фізичних явищ та сталість швидкості світла в різних інерціальних системах відліку. Вказані положення суперечили класичним уявленням, зокрема принципу відносності Галілея та закону додавання швидкостей, акцентуючи увагу на відносності просторово-часових властивостей матерії та їх залежності від швидкості руху. Обґрунтовуючи на основі перетворень Лоренца “незвичні” релятивістські ефекти (відносність довжин і проміжків часу, відносність одночасності подій), нова теорія вимагала відмови від звичних класичних уявлень про абсолютний простір і час. У 1907 р. в якості геометричної інтерпретації основних положень СТВ Г.Мінковським був запропонований чотиривимірний псевдоевклідовий простір, у рамках якого було доведено інваріантність відповідного чотиривимірного інтервалу між подіями в різних інерціальних системах відліку [6]. Останнє свідчило про те, що, незважаючи на відносність довжин і проміжків часу, хід подій носить об’єктивний характер і не залежить від системи відліку. Іншими словами, простір і час органічно пов’язані між собою та утворюють єдиний чотиривимірний континуум, який не існує незалежно й поза матерією.

Завершення ЕМКС пов’язано зі становленням *загальної теорії відносності* (ЗТВ) А.Ейнштейна, яка узагальнювала принципи СТВ на неінерціальні системи відліку та гравітаційні поля. На відміну від нерелятивістської теорії гравітації Ньютона ЗТВ описує гравітаційну взаємодію тіл, що рухаються зі швидкостями близькими до швидкості світла, чим і зумовлюється її альтернативна назва – релятивістська теорія гравітації. Аналіз експериментального факту про рівність гравітаційної та інертної мас тіла дозволив видатному вченому встановити фундаментальне положення, з якого виходить більшість висновків ЗТВ, – принцип еквівалентності. Згідно останнього, гравітація та прискорений рух – еквівалентні фізичні явища; іншими словами, не існує такого фізичного експерименту, за яким можна було б відрізнити дію гравітаційного поля на спостерігача від його рівноприскореного руху.

Використовуючи апарат диференціальної геометрії та тензорного числення, Ейнштейн будує математичну модель гравітації, інтерпретуючи останню не силовою взаємодією тіл і полів у просторі-часі, а деформацією самого простору-часу в присутності матерії. Поблизу масивного тіла викривляється не лише простір, а простір-час, внаслідок чого змінюється не лише просторова форма траєкторій, а й часові параметри руху: тіла зазнають прискорення (сповільнення). Отже, відповідно до ЗТВ, наш світ не є евклідовим; його геометричні властивості визначаються присутньою в ньому матерією, точніше розподілом мас тіл та їх швидкостями. Останнє, безумовно, свідчило про якісно новий рівень наукового пізнання властивостей навколишнього світу. У таблиці 2 наведені основні елементи ЕМКС.

Таблиця 2

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА КАРТИНА СВІТУ		
вихідні філософські ідеї	основні поняття	основні принципи
континуалізм	континуальність матерії; матеріальність фізичного поля; континуальність руху; поперечність електромагнітних хвиль; фізична відносність простору і часу; маса – міра інертності, тяжіння й повної енергії тіла; електричний заряд і струм, напруженість і потенціал, ЕРС, магнітна індукція та ін.	близькодії; відповідності між механікою та електродинамікою; відносності Галілея-Ейнштейна; еквівалентності інерціальних систем відліку; інваріантності швидкості світла; еквівалентності інертної та гравітаційної мас; причинності.
<p><i>“Матерія присутня усюди, і немає ніякого проміжного простору, не зайнятого нею” (М.Фарадей);</i> <i>“Електромагнітні явища можна пояснити властивостями поля, що оточує наелектризовані й намагнічені тіла” (Дж.Максвелл);</i> <i>“Для сучасного фізика електромагнітне поле настільки ж реально, як і стілець, на якому він сидить” (А.Ейнштейн).</i></p>		

У зв'язку з потребами теплотехніки інтенсивного розвитку у другій половині XIX ст. набула теорія теплових явищ. Завдяки плідним дослідженням Д.Бернуллі, М. Ломоносова, С. Карно, Б. Клапейрона, Д. Менделєєва, Ю. Майєра, Дж. Джоуля, Г. Гельмгольца, Р. Клаузіуса, В. Томсона було встановлено основні положення та закони феноменологічної термодинаміки, що зумовило швидке розширення кола її застосувань (термодинаміка фазових переходів і критичних явищ, теплового випромінювання, гальванічних

елементів, фізико-хімічних процесів, низьких температур). Паралельно з термодинамікою проходив розвиток статистичної фізики, основи якої було закладено працями Дж. Уотерсона, Р. Клаузіуса, Дж. Максвелла. Застосування ймовірнісного підходу до опису молекулярного світу речовини ознаменувалося фундаментальним відкриттям Л. Больцмана – обґрунтуванням статистичної природи другого закону термодинаміки. Проте найбільш загальний і послідовний статистичний метод аналізу будь-яких рівноважних термодинамічних систем було розроблено Дж. Гіббсом. На основі встановленого ним універсального статистичного розподілу (канонічний розподіл) всі термодинамічні закономірності можна безпосередньо отримати як наслідок основних положень статистичної фізики. У сучасній статистичній фізиці цей метод займає таке саме важливе місце, як, наприклад, рівняння Максвелла в теорії електромагнітного поля або закони Ньютона в класичній механіці.

Картина світу, яку побудували фізики наприкінці XIX ст., на перший погляд мала вигляд повністю завершений і майже бездоганний, такий, що, за словами Г. Кірхгофа, вже не містить нічого невідомого й невідкритого. Залишалися лише деякі незначні питання: проблеми теплового випромінювання та негативний результат дослідів Майкельсона-Морлі з виявлення світлового ефіру. Проте розвиток фізики на межі XIX – XX ст. показав, що й ЕМКС носить обмежений відносний характер. Континуальні уявлення про матерію не узгоджувалися з новими дослідними фактами, що підтверджували дискретність її багатьох властивостей: заряду й спектра мас елементарних частинок; не вдавалося пояснити стійкість атомів та їх спектральних характеристик, рентгенівське випромінювання, радіоактивність, фотоефект та ін. Незвичним для вчених було проникнення у фізику випадковості та статистичних (імовірнісних) ідей. Створилося враження, що руйнуються фундаментальні закони природи. Почали ставитися під сумнів основоположні принципи фізики: закон збереження енергії, другий закон термодинаміки та ін. Цей період, який А. Пуанкаре назвав кризою фізики, ознаменував початок другої наукової революції. Виникала необхідність у створенні нової картини світу, в якій

корпускулярні та континуальні уявлення про матерію не абсолютизувалися й протиставлялися, а поєднувалися між собою.

Основні елементи нової *квантово-польової картини світу* (КПКС) стали складатися на початку ХХ ст. у працях М. Планка, А. Ейнштейна, Е. Резерфорда і Н. Бора, а її побудова пов'язана у першу чергу з роботами Л. де Бройля, В. Паулі, А. Зоммерфельда, Е. Шредінгера, М. Борна, В. Гейзенберга, П. Дірака. Безпосередній перехід від ЕМКС до КПКС був пов'язаний з появою “революційної” гіпотези М. Планка про квантування природних процесів (1900 р.) та розробкою на її основі А. Ейнштейном у 1905-1907 рр. квантової теорії фотоефекту та квантової теорії теплоємності твердих тіл. Аналогічно тому як квантування електромагнітного випромінювання привело вченого до уявлення про фотони, квантування пружних хвиль у твердому тілі привело до уявлення про фонони. Уточнена згодом П. Дебаєм, М. Борном і Т. Карманом, теорія теплоємності Ейнштейна зіграла визначну роль у розвитку теорії твердих тіл, сприяючи уточненню уявлень як щодо їх будови, так і специфіки молекулярного руху мікрочастинок.

Наступним етапом на шляху становлення КПКС стали постулати Бора (1913 р.), що “врятували” планетарну модель атома Резерфорда. Останні лягли в основу квантової теорії будови атома, яка вичерпно та однозначно пояснювала енергетичні спектри атома водню та періодичну систему елементів Д.І.Менделєєва. Теорія атома Резерфорда-Бора була згодом удосконалена А.Зоммерфельдом, який сформулював квантову теорію еліптичних орбіт, пояснив тонку структуру спектрів воднеподібних атомів, увів основні квантові числа та запропонував правила відбору для дуплетних і триплетних спектрів. Проте, незважаючи на перші успіхи, теорія Бора виявилася логічно непослідовною, оскільки одночасно поєднувала в собі класичні та квантові уявлення, які суперечили одне одному. Невипадково, що виникли труднощі з поясненням інтенсивності ліній та спектру наступного хімічного елементу – гелію. Згодом було з'ясовано, що напівкласична, напівквантова теорія атома Бора – лише проміжна ланка між класичними уявленнями та зовсім новими

Синергетичний аспект мислення розвиває й конкретизує сучасну методологію системних досліджень у фізиці, відкриває нові можливості пізнання закономірностей навколишнього світу. Викладання цього курсу відбувається на основі застосування єдиної еволюційно–синергетичної парадигми, що здатна об'єднати гуманітарну й природничо–наукову компоненти культури.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямку дослідження. Глибоке оволодіння ідейним змістом фундаментальних фізичних теорій і формування на цій основі наукового світогляду виступає головним завданням професійної підготовки майбутніх учителів фізики. Формування у студентів найповніших уявлень про сучасну ФКС, переведення наукових знань у систему поглядів і переконань, оволодіння методологією наукового пізнання можна здійснити найефективніше в рамках курсу теоретичної фізики. Оскільки справді фундаментальними є саме особистісні знання, усі складові процесу навчання теоретичної фізики мають працювати на студента, сприяючи його самоосвіті, самореалізації та професійному зростанню. Важливими при цьому є не знання самі по собі, а стиль мислення, культура мови та дії тих, хто навчаються, що повинно бути об'єктом постійної уваги з боку викладача курсу теоретичної фізики. Перспективи подальших пошуків у напрямку дослідження ми вбачаємо у розробці критеріїв і показників рівня сформованості у майбутніх учителів фізики уявлень про сучасну ФКС як невід'ємної складової їх наукового світогляду та відповідного стилю мислення.

Література

1. Андрианов В. М. Удивительный мир физики / В. М. Андрианов. – Винница, 1996. – 220 с.
2. Гончаренко С.У. Фундаменталізація освіти як дидактичний принцип / С. У. Гончаренко // Шлях освіти. – 2008. – № 1. – С.2 – 6.
3. Опанасюк А. С. Сучасна фізична картина світу : навч. посіб. / А. С. Опанасюк. – Суми : Вид–во СумДУ, 2005. – 328 с.

4. Планк М. Единство физической картины мира / М. Планк. – М. : Наука, 1966. – 288 с.

5. Растьогін М. Ю. Формування уявлень фізичної картини світу в учнів основної школи в процесі навчання фізики : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 “Теорія і методика навчання фізики” / Михайло Юрійович Растьогін. – Кіровоград : КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 23 с.

6. Эйнштейн А. Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. – М. : Наука, 1965. – 326 с.