

УДК: 53:37.022

## ВІДОБРАЖЕННЯ ІСТОРИКО-ГЕНЕЗИСНИХ АСПЕКТІВ ФІЗИЧНОЇ НАУКИ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ НА ГРУНТІ НАВЧАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Володимир Фоменко (м. Кіровоград)

*Стаття присвячена розгляду історико-генезисних аспектів розвитку фізичної науки в курсі загальної фізики вищих закладів освіти. Запропоновано проведення вивчення цих питань не в окремих темах, а на протязі всього курсу з опорою на фізично-конкретний матеріал. Висвітлена роль та місце базисних навчальних фізичних моделей курсу в інтерпретації закономірностей формування та розвитку фізичного знання.*

**Ключові слова:** фізична освіта, курс загальної фізики, історико-генезисні аспекти розвитку фізики, фізичні моделі.

**Постановка проблеми.** Необхідність гуманізації та гуманітаризації освіти, і, зокрема, вищої освіти у наш час усвідомлюється співтовариством освітян і є тенденцією її розвитку. Одним з підходів до реалізації цієї тенденції у фізичній освіті в межах курсу загальної фізики є презентація студентам, поряд з традиційною фізичною конкретикою, певних історико-генезисних аспектів розвитку фізичного знання. Це, зокрема, відображення у курсі *історичної спадковості способів фізичного опису реальності*, обумовленої історичним розвитком суспільного інтелекту, зміною пізнавальних парадигм та світоглядних настанов. По суті це питання, пов'язані з виявленням історизму у фізичному осмисленні навколишнього світу.

**Аналіз актуальних досліджень.** Практична реалізація зазначених положень у навчальному курсі загальної фізики зазвичай здійснюється, по-перше, застосуванням традиційної макроструктури (тобто, послідовності викладання навчальних модулів) курсу, яка відповідає історичній послідовності формування фізичного знання: механіка, молекулярна фізика і термодинаміка і т.д. Ця макроструктура відповідає також ідеї генералізації навчального матеріалу навколо провідних фізичних теорій [2]. Зазначений принцип структурування курсу застосовано у багатьох підручниках та посібниках [5; 6]. По-друге, історичні аспекти розвитку фізичного знання у явному вигляді, зазвичай, коротко наводяться у традиційному вступі на початку курсу [4, с. 10-11]. Однак, як показує аналіз, подібні історичні ремінісценції є просто короткою низкою відомостей стосовно історії фізичних відкриттів, що не містить якоїсь певної наскрізної ідеї, яка відображала б певні загальні закономірності фізичного пізнання та спадковість способів опису процесів та явищ у природі людським розумом.

Таким чином, **метою дослідження** є з розробка певної методичної стратегії викладання історико-генезисних питань у курсі загальної фізики.

**Основний матеріал дослідження.** Провідним принципом розгляду історичних аспектів фізичного знання у навчальному курсі загальної фізики має бути *принцип дидактичної опори на фізично-конкретний матеріал*. Це означає, що ознайомлення студентів з цими питаннями у вступному розділі, який, зазвичай, несе основне дидактичне навантаження, повинно мати лише попередній характер. Основний та більш докладний їхній розгляд має проводитися на ґрунті фізичної конкретики при вивченні окремих модулів курсу.

Провідними навчальними фізичними конструктами, які є дидактичними носіями фізичної сутності елементів реальності в навчальному курсі та на які спирається вивчення фізично-конкретного матеріалу, є базисні *навчальні фізичні моделі систем*, що розглядаються у окремих модулях курсу [8]. На основі фізичних моделей систем проводиться модельне пояснення взаємодій, процесів та явищ, які відбуваються у цих системах [7]. Ці ж моделі мають також виступати як *дидактичні опори* стосовно презентації *історико-генезисних аспектів фізичного знання*.

Реалізація цього принципу характеризується такими особливостями.

По-перше, концентрація навчального матеріалу навколо базисних моделей фізичних систем акцентує *модельний характер* фізичного знання. Це є характерною його властивістю *незалежною від історично обумовленої конкретики* фізичних досліджень та відповідних їх результатів.

По-друге, історичний розвиток фізичного знання трактується як історично обумовлена послідовність *фізичних картин світу* (ФКС) [1, с. 30-41; 3]. У навчальному курсі фізики історичну послідовність ФКС слід інтерпретувати як історично та гносеологічно обумовлені послідовні зміни *модельних парадигм*, тобто тих модельних уявлень, які у кожен історичну епоху розвитку фізичного знання суб'єктивно вважалися такими, що спроможні пояснити основні фізичні закономірності навколишнього світу.

У цьому аспекті періодизацію розвитку фізичних модельних уявлень можна провести наступним чином.

1. Період *первісного, емпіричного знання* – фізичної науки ще не існує, фізичні знання мають зачатковий, неупорядкований та суто емпіричний характер. На основі стихійних спостережень, люди знають, наприклад, що вода може за певних умов перетворюватись на кригу, або на пару, блискавка може запалити

дерево, сонячні промені гріють, а лід, навпаки, охолоджує і т.і. Ці знання мають суто алгоритмічну, практичну спрямованість. Вони ще *не мають теоретично-модельного статусу*, і тому не набувають характеру якогось раціоналістичного світогляду і не виступають у якості певної наукової картини світу.

2. Період *античної натурфілософії* – початок становлення фізичної науки, перші спроби певної раціональної систематизації природи на ґрунті атомарної, дискретної будови світу, пошуки первинних закономірностей її існування та руху. Ці уявлення стосовно дискретної будови матерії *не мають характеру повноцінних моделей*, оскільки, з одного боку, не передбачають експериментального підтвердження, а, з іншого боку не мають математичного обґрунтування. Певну історичну та прогностичну цінність має геоцентрична модель будови руху планет К. Птолемея. Провідним методом встановлення наукової істини у цей період виступає *дискурсивний метод логічних розмірковувань*, тобто метод побудови формально-логічних доведень, пошуку та використання формально-логічних протиріч у висновках, що випливають з тих чи інших абстрактних положень. Експериментальний метод отримання фізичного знання практично не використовується, провідним критерієм істинності знання виступає його відповідність законам формальної логіки та власна внутрішня несперечливість.

3. Період *середньовічної схоластики* – у Європі характеризується відносним занепадом природознавства та безумовною перевагою релігійного догматизму над науковою раціональністю. Для існування суспільства на побутовому рівні було достатньо звичайного емпіричного досвіду, а на рівні світогляду панує догма про те, що кінцева істина вже відкрита у Священному Письмі та трактатах богословських авторитетів, до яких віднесено також Аристотеля і Птолемея. Задача вчених зводиться до вивчення цього надбання, основним методом наукового пошуку за цих умов виступає *метод тлумачення праць авторитетів* та складання коментарів до них, таких, що не суперечили б канонічному релігійному світогляду. Критерієм істинності знання вважається відповідність релігійним та авторитарним канонам.

4. Період *нового часу* – становлення *експериментального методу* фізичних досліджень. Праці Г. Галілея та його видатних сучасників та послідовників: Ф. Бекона, Р. Декарта, Х. Гюйгенса та ін. знаменували перехід природознавства на засади *наукової раціональності*, яка спирається на узагальнення та осмислення емпіричного досвіду людським розумом на ґрунті певних фізично-модельних уявлень з наступною експериментальною перевіркою результатів цього осмислення. Першу фізичну модель – модель *класичної нерелятивістської частинки* фактично використав Г. Галілей у своїх працях з теорії механічного руху тіл. Основним критерієм істинності фізичного знання у цей період поступово стає вимога його відповідності результатам експериментів як системи спеціально організованих дослідів. Це готує відповідний ґрунт для подальшого швидкого розвитку фізики.

5. Період *класичної фізики* – від І. Ньютона до А. Ейнштейна. Це період становлення і розвитку *механічної та електродинамічної* картин світу, а також феноменологічної термодинаміки як класичного рівня модельного пояснення систем, що складаються з великої кількості частинок. Провідним методом отримання фізичного знання, поряд з експериментальним, стає *метод математичного аналізу*. Фізичні закони набувають математичного вигляду, тобто стають не тільки виразом певних природних закономірностей, а й певними алгоритмами, придатними для виконання кількісних розрахунків.

*Механічна картина світу* (МКС) є історично першою системою цілісних уявлень про фізичну структуру та закономірності навколишнього світу. Згідно з ними пояснення усіх відомих на той час фізичних процесів та явищ може бути здійснене на ґрунті моделей ньютонівської механіки основними з яких є: *нерелятивістська частинка, суцільне середовище та гравітаційне поле*. Так, розповсюдження світла уявлялось як рух певних механічних частинок (І. Ньютон) або як розповсюдження збурення у деякому суцільному середовищі, що пронизує увесь Всесвіт – «світовому ефірі» (Р. Декарт, О. Френель, Д.К. Максвелл та ін.). У курсі фізики Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету (КЛІА НАУ) поняття про МКС презентується у модулі «Класична механіка» при вивченні та на ґрунті зазначених моделей.

МКС панувала у фізиці до кінця XIX сторіччя. У подальшому розвиток фізичної науки показав її обмеженість. Виявилось, що більшість фізичних процесів та явищ навколишнього світу (наприклад, електромагнітні, оптичні та ін. процеси та явища) не можуть бути зведені до суто механічних та пояснені на ґрунті моделей ньютонівської механіки. Однак, і у наш час класична механіка є одною з провідних фізичних теорій, яка, у межах справедливості своїх моделей розв'язує цілу низку важливих і практично значущих задач.

*Електродинамічна картина світу* (ЕДКС) – спирається на *модель електромагнітного поля*. ЕДКС відповідає уявленням про фізичний світ як про сукупність частинок, занурених у електромагнітне поле. Основи ЕДКС були закладені М. Фарадеєм, Д.К. Максвеллом та ін., своє завершення вона отримала зі створенням теорії відносності А. Ейнштейна. В курсі фізики КЛІА НАУ поняття про ЕДКС презентується у модулі «Електрика та магнетизм» при розгляді моделі електромагнітного поля та модельних пояснень відповідних процесів і явищ, які ґрунтуються на цій моделі.

Найхарактернішою особливістю класичної фізики є її *детермінізм*. Це означає, що кількісні характеристики фізичних систем розраховуються на ґрунті відповідних фізичних моделей та притаманних їм законів класичної фізики строго однозначно. Класичний опис принципово вимагає точного знання початкових

параметрів системи та параметрів зовнішнього впливу на неї. За цих умов провідною вимогою та критерієм істинності знання стає абсолютна повторюваність результатів фізичних експериментів за однакових умов. Класична фізика добре описує різноманітні природні явища на макроскопічному рівні: від молекул до галактик. Закони класичної фізики є фундаментальною основою багатьох технічних досягнень XIX-XX ст.

6. Період *некласичної фізики* – у методологічному аспекті означає поступову відмову від класичного детермінізму в модельному поясненні фізичних закономірностей природи та проникнення у фізику *імовірнісних* концепцій. Фактично імовірнісний підхід у фізиці був введений Д.К. Максвеллом, який заклав основи *статистичної фізики*, встановивши закон статистичного розподілу молекул газу по швидкостях – перший фізичний закон, який має статистичний сенс. У курсі фізики КЛА НАУ ці питання вивчаються на прикладі *моделі газу Максвелла-Больцмана*.

Подальший розвиток некласичної фізики пов'язаний з ідеєю М. Планка про дискретний та хаотичний характер електромагнітного випромінювання у вигляді окремих квантів (фотонів), яку він висунув у 1900 р. для пояснення закономірностей випромінювання нагрітих тіл, та з труднощами, які спіткали класичну фізику у спробах теоретично обґрунтувати будову атому. У подальшому була створена *квантова механіка* – теорія, що описує поведінку мікрочастинок у мікросистемах (наприклад, електронів в атомі або молекулі). Виявилось, що характеристики руху мікрочастинок (їх координати, енергія, імпульс, момент імпульсу та ін.) не можуть бути однозначно розраховані на ґрунті законів класичної фізики і підпорядковані імовірнісним закономірностям, які можуть бути визначені з рівнянь квантової механіки. На ґрунті некласичних квантово-механічних уявлень у XX ст. були *створені квантова електродинаміка* – сучасна квантова модель електромагнітного поля, теорії будови атому та атомного ядра, виникла і розвинулась фізика твердого стану, фізика елементарних частинок та інші розділи сучасної фізики.

Розвиток некласичної фізики і, зокрема, квантової механіки та електродинаміки призвів до формування у середині XX ст. *квантово-польової картини світу* (КПКС). Вона відображає рівень сучасного розуміння фізичних явищ у мікросистемах на основі ідеї квантування та принципів причинності, додатковості, відповідності [1, с. 35]. Основною її настановою, що має світоглядний сенс є те, що вона стверджує *імовірнісний, стохастичний характер природних явищ на рівні мікросвіту*. У курсі загальної фізики для нефізичних спеціальностей (зокрема, у КЛА НАУ) квантова механіка вивчається досить поверхово, а квантова електродинаміка не вивчається зовсім, тому загальне уявлення про КПКС презентуються на прикладах моделі *фотону* та *квантової мікрочастинки* у модулі «Квантова фізика та фізика речовини».

Синтез некласичної фізичної картини мікроявищ з класичними фізичними законами на рівні макросвіту становить суть *сучасної фізичної картини світу* (СФКС). Первинними, вихідними законами природи є імовірнісні закони некласичної фізики. Класичні фізичні закономірності виникають як граничний випадок некласичних законів при переході від мікроопису фізичних систем на рівень їх макроопису.

7. Період *постнекласичної фізики* – зароджується у наші часи. У другій половині XX ст. поряд з розвитком на той час вже традиційних розділів фізики виник новий напрямок – розробка теорії відкритих (неізольованих) макроскопічних термодинамічно нерівноважних систем. За відповідних умов у таких системах відбуваються явища самоорганізації, тобто природний хід фізичної еволюції системи призводить до утворення і тривалого існування впорядкованих структур, подібно до того, як у біології більш складні форми життя виникають з простих форм. Дослідження таких систем призвело (завдяки працям І. Пригожина, Г. Хакена, П. Гленсдорфа та ін.) до створення у 70 – 80-ті роки XX ст. нової фізичної теорії – *нелінійної термодинаміки*. В останні роки на ґрунті нелінійної термодинаміки сформувалась нова міждисциплінарна галузь знань – *синергетика*, яка вивчає закономірності утворення та існування складних структур у природних макросистемах. Зараз відбувається становлення нової постнекласичної *еволюційно-синергетичної картини світу* (ЕСКС), згідно з якою світ на макрорівні – це сукупність складних фізичних систем, які еволюціонують у відповідності до законів нелінійної термодинаміки та синергетики. У курсі загальної фізики КЛА НАУ ці питання презентуються у вигляді інформативного опису.

Зазначимо, що наведені вище фізичні картини світу не суперечать одна одній, оскільки відображають різні фізичні аспекти природи, як вони суб'єктивно розумілися співтовариством фізиків і виступали предметом дослідження у різні історичні епохи розвитку фізичної науки. Найважливіші елементи різних ФКС доповнюють один одного та інтегруються у сучасну ФКС.

#### Основні висновки:

1. Принцип гуманітаризації фізичної освіти вимагає акцентування питань, пов'язаних з історично-генезисною та методологічною компонентами фізичного знання. Це питання стосуються висвітлення модельної сутності фізичного знання та закономірностей його історичного розвитку у вигляді послідовної зміни фізичних картин світу.

2. Наведений короткий зміст історико-генезисних питань у курсі загальної фізики відображає не тільки історію становлення сучасного змісту фізичної науки (понять, законів), а й історію становлення фізичного раціоналізму як засобу пізнання природи людиною, історію розвитку суб'єктивно-людських

парадигмальних настанов стосовно первинних засад фізичного світу а також засобів отримання і критеріїв істинності фізичного знання.

3. Презентація історико-генезисних питань не повинна проводитися тільки у вступній темі на початку курсу, а має відбуватися на протязі вивчення усього курсу.

4. Основою навчальної презентації історико-генезисного матеріалу у навчальному курсі фізики має бути система базисних фізичних моделей систем по модулях курсу. Вони забезпечують методичний зв'язок між цим матеріалом і фізичною конкретикою, а також безперервність і послідовність його навчальної презентації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Батурич В.К. Общая физика и мировоззрение / Батурич В.К. – Владивосток: Из-во ДГУ, 1985. – 212 с.
2. Бовтрук А.Г. Навчальний посібник з фізики для кредитно-модульної системи навчання у ВНЗ (досвід розробки) / А.Г. Бовтрук, С.М. Меньяйлов // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський: інф.-вид. відділ. – 2005. – Вип. 11. – С. 115-117.
3. Пахомов В.Я. Становление современной физической картины мира / Пахомов В.Я. – М.: Мысль, 1985. – 270 с.
4. Савельев И.В. Курс общей физики: [учеб. пос. для вузов]. / Савельев И.В. – М.: Наука, Физматлит, 1998. – Кн. 1. Механика. – 336 с.
5. Трофимова Т.И. Курс физики: [учеб. пос. для вузов] / Трофимова Т.И. – М.: Высшая школа, 2001. – 542 с.
6. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система: [навч. посібн. у 2 ч.]. / В.В. Куліш, А.М. Соловійов, О.Я. Кузнєцова, В.М. Кулішенко. – К.: НАУ, 2004. – Ч. 1. – 456 с.
7. Фоменко В.В. Навчальні фізичні моделі загального курсу фізики та їх систематизація за предметом опису / В.В. Фоменко. // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. – Вип. 7, № 60, Ч. 2. – С. 133-139.
8. Фоменко В.В. Навчальні фізичні моделі загального курсу фізики та їх систематизація за ступенем модельного узагальнення / В.В. Фоменко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський: інф.-вид. відділ, 2005. – Вип. 11. – С. 167-170.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Фоменко Володимир Валентинович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізико-математичних дисциплін Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету.

*Коло наукових інтересів:* методика навчання фізики у вищих навчальних закладах.