

функция» с целью активизации познавательной деятельности старшеклассников.

**Ключевые слова:** прикладная направленность школьного курса математики, межпредметные связи, уровни учебных достижений учеников, уровневые физические задачи, степенная функция.

Y. L. Smorzhevskiy, L. O. Smorzhevskiy

Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University

#### TO USE THE LEVEL PHYSICAL PROBLEMS IN STUDYING OF POWER FUNCTION IN ALGEBRA AND ANALYSIS COURSES IN THE UPPER CLASSES

The article gives examples of physical problems, which the authors recommend the use of the lessons of algebra and

analysis. For example, in the study of the topic «The Power Function». This is done to activate of informative activity of senior pupils at lessons of mathematics. The authors obtained the results of the experimental studies in secondary schools by Khmelnytsky region. These results convinced that the problems considered are applied nature of mathematics, promote repetition and deepening of the material in class for algebra, analysis and physics. These tasks teach senior pupils to solve problems, which occur in practice. These tasks also form a systemic knowledge of these subjects for the pupils.

**Key words:** applied orientation of school mathematics, interdisciplinary communication, levels of educational achievements of pupils, level physical problems, the Power Function.

Отримано: 22.04.2013

УДК 37.022

В. В. Фоменко

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету

### ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАВЧАЛЬНІ ФІЗИЧНІ МОДЕЛІ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГНОСЕОЛОГІЧНОЇ ЄДНОСТІ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ

У статті розглянуто роль фундаментальних ідеальних навчальних моделей фізичних систем у аспекті формування цілісних фізичних уявлень в процесі викладання загального курсу фізики для нефізичних спеціальностей. Наведено приклади трансформації фундаментальних моделей у базисні моделі систем, які використовуються у різних модулях курсу.

**Ключові слова:** фізична освіта, фізичні моделі, фундаментальні моделі, гносеологічна єдність.

**Постановка проблеми.** Сучасні вимоги до фундаментальної і, зокрема, фізичної освіти студентів нефізичних спеціальностей є доволі суперечливими. З одного боку, сучасний прагматичний підхід (перш за все, з боку самих студентів) до цілей та змісту освіти у вузі потребує орієнтації всіх її складових частин (у тому числі і курсу загальної фізики) на майбутній професійній діяльності фахівця. Це відповідає наявності у сучасному освітньому просторі доволі сильних тенденцій до прагматизації вищої фахової освіти за зразками освітніх систем, прийнятих у деяких західних країнах. Стосовно фізичної освіти це означає потребу значного акцентування курсу фізики на формуванні фундаментального фізичного ґрунту професійної компетентності майбутніх фахівців, створення фізичної аксіоматичної бази для наступного вивчення загально інженерних та фахових дисциплін.

З іншого боку, реальні потреби подальшого розвитку інтелектуального потенціалу та культури сучасного суспільства вимагають від природничої освіти створення умов формування наукового способу мислення особистості та відповідного рівня її світоглядної та загальноосвітньої компетентності. Стосовно фізичної освіти це означає потребу її подальшої фундаменталізації, під якою ми розуміємо концентрацію навчального матеріалу курсу загальної фізики навколо найбільш світоглядно важливих та практично значущих навчальних фізичних моделей, притаманних провідним фізичним теоріям, що розглядаються у курсі.

Зазначимо, що цього потребують і певна невизначеність конкретного профілю майбутньої діяльності фахівця у сучасних умовах (оскільки, як відомо, випускники вузів часто працюють не за своїм фахом), а, також, певні традиційні вимоги, що склалися стосовно фізичної освіти для нефізичних спеціальностей за останні десятиріччя, і які виражаються у відповідних навчальних та робочих програмах загального курсу фізики у межах бакалаврської підготовки.

Важливим аспектом фундаменталізації фізичної освіти може бути створення умов для забезпечення цілісного сприйняття матеріалу загального курсу фізики студентами, що сприяло б формуванню певного цілісного погляду на фізичну науку і, відповідно, на фізичний навколишній світ, який вона описує.

Проблема цілісності природничо-наукового знання існує ще з часів античної науки. Натурфілософія цього часу базувалася на «переважно уможливленому тлумаченню природи, що розглядалася в її цілісності» [1, с.302]. З розвитком науки цей цілісний, загальний погляд на природу був втрачений, природничі науки і, зокрема, фізика розбилися на окремі розділи. Це знайшло відображення і у навчальному курсі загальної фізики, який традиційно складається з окремих модулів

(розділів): «Механіка», «Молекулярна фізика і термодинаміка», «Електрика і магнетизм» і т. д., причому зміст різних розділів курсу пов'язаний між собою доволі слабо. Тому одною з проблем фізичної освіти ми вважаємо пошук наскрізних інтегруючих ідей, які б певною мірою поєднували б навчальний фізично-конкретний матеріал різних модулів, створюючи передумови для цілісного сприйняття курсу.

Однією з таких інтегруючих ідей фізичної освіти традиційно вважають формування на ґрунті фізичної конкретики фізичної картини світу (ФКС) в процесі вивчення курсу загальної фізики. Про необхідність створення цілісної ФКС наголошував М. Планк. Він зазначив, що «постійна цілісна картина світу являє собою ту непорушну мету, до якої прямує природознавство в процесі свого розвитку» [2, 68]. При цьому М. Планк вбачав цілісність ФКС у наявності у ній наскрізних, тобто, фундаментальних фізичних принципів та законів, таких наприклад, як закон збереження енергії, принцип зростання ентропії і т. п.

Зазначимо, однак, що оскільки фізичне знання є модельним за своєю сутністю, то і формування ФКС на ґрунті фізично-конкретного матеріалу можливо тільки за умови застосування модельного підходу (див., наприклад, роботу [3], у якій формування ФКС розглядається на основі ідеальних навчальних фізичних моделей систем).

Таким чином, виникає **проблема** виявлення навчальних фізичних моделей, які б мали наскрізний, інтегруючий сенс і створювали б передумови для цілісного сприйняття конкретно-фізичного матеріалу різних модулів курсу загальної фізики. Розв'язання цієї проблеми стосовно навчального курсу загальної фізики для нефізичних спеціальностей і є **метою** даної статті.

**Основний зміст роботи.** Як справедливо зазначає О.Н. Голубева, «... мова науки – це гетерогенна система, яка складається з ідеальних об'єктів – моделей. Вона відтворює у свідомості реальний світ, створюючи образ дійсності, і слугує для теоретичного опису і пояснення явищ, що вивчаються» [4, с.179]. Це означає, що і фізична освіта має враховувати модельний характер наукового фізичного знання і відображати його в явному вигляді при вивченні конкретно-фізичного матеріалу в навчальному курсі загальної фізики.

У практичному аспекті це концепція реалізується (зокрема, в курсі загальної фізики КЛА НАУ) шляхом викладання матеріалу курсу на ґрунті *фізично-модельного контексту*, тобто на основі структурованої сукупності ідеальних навчальних фізичних моделей систем. Під навчальними фізичними моделями систем ми розуміємо ідеальні наукові моделі систем, які змістовно і дидактично пристосовані для використання у навчальному курсі загальної фізики (напри-

клад, модель абсолютно твердого тіла, модель ідеального газу, модель точкового електричного заряду і т. п.). На основі моделей систем формуються і досліджуються моделі процесів, вищ за взаємодій, які відбуваються у цих системах [5]. Таким чином, саме навчальні фізичні моделі систем відіграють провідну роль у побудові структури курсу загальної фізики. Вочевидь, і наскрізні, інтегруючі модельні конструкції, які б були спроможні формувати передумови певного цілісного сприйняття курсу студентами, слід шукати серед навчальних фізичних моделей систем.

Навчальні фізичні моделі систем можуть бути систематизовані за різними ознаками [6], зокрема, за типом наукової раціональності та за ступенем модельного узагальнення реальності. В аспекті пошуку моделей систем, які мали б загально-фізичний характер слід звернутися до їх систематизації за *ступенем модельного узагальнення* [7]. За зростанням ступені модельного узагальнення реальності (від моделей з меншим узагальненням до моделей з більшим узагальненням) навчальні фізичні моделі систем можна поділити на *часткові, базисні та фундаментальні*.

*Часткові моделі* використовуються для модельного пояснення окремих фізичних властивостей реальних систем, важливих, перш за все, у прикладному та професійно-прикладному аспектах. Ці моделі, зазвичай, складають варіативну компоненту курсу фізики для нефізичних спеціальностей і закладають змістовну основу професійно-прикладної спрямованості фізичної освіти для цих спеціальностей. Прикладами часткових моделей систем у курсі фізики в КІА НАУ виступають модель ізотермічної атмосфери, модель вільного гіроскопу, модель в'язкої нестисливої рідини, модель плоского конденсатора, модель ідеального коливального контуру та ін. Ці та інші часткові моделі не містять сутнісних елементів, які належать до різних змістових модулів курсу, і тому вони не можуть мати інтегруючий, загально-фізичний сенс.

*Базисні моделі* навчального курсу фізики – це моделі фізичних систем, на яких ґрунтується модельне пояснення провідних фізичних закономірностей реальності всередині відповідних змістових модулів курсу. Саме вивчення базисних моделей систем відіграє провідну роль у формуванні фізичної освіченості особистості. Зазначимо, що перелік базисних моделей, взагалі кажучи, не повинен суттєво залежати від конкретної версії загального курсу фізики для нефізичних спеціальностей, оскільки за своїм сенсом саме ці моделі складають модельний каркас інваріантної (тобто, незалежної від конкретного напрямку підготовки фахівців) компоненти курсу, яка має визначитися типовою програмою і нести основне змістове та фізично-світлоглядне навантаження. Прикладами базисних моделей виступають: модель класичної механічної частинки, модель абсолютно твердого тіла (модуль «Механіка»), модель газу Менделєєва-Клапейрона, модель ідеального теплового двигуна (модуль «Молекулярна фізика і термодинаміка»), модель точкового електричного заряду, моделі електричного та магнітного полів (модуль «Електрика та магнетизм»), модель ідеального осцилятора, модель монохроматичної хвилі (модуль «Коливання та хвилі») та ін.

Незважаючи на провідну роль базисних моделей у формуванні фізичної освіченості особистості, ці моделі формуються і застосовуються тільки у межах окремих фізичних теорій. В аспекті фізичної освіти це означає, що базисні моделі систем існують тільки всередині та в межах окремих модулів курсу і тому практично не мають загально-фізичного інтегруючого сенсу.

*Фундаментальні моделі*. Під фундаментальними моделями фізичних систем ми розуміємо фізичні модельні конструкції, що становлять фундаментальний ґрунт фізичного моделювання реальності в навчальному курсі фізики і структурно знаходяться на найвищому рівні модельного узагальнення.

У сучасних літературних джерелах існують два змістовно різних трактування поняття фундаментальної фізичної моделі. Першим з них є інтерпретація фундаментальних моделей як таких модельних конструкцій, які відіграють провідну роль у відповідних фундаментальних фізичних теоріях (класична механіка, термодинаміка, електродинаміка, оптика і т. д.). Ця концепція передбачає наявність для кожної

з фундаментальних фізичних теорій певної власної низки моделей, на яких ця теорія ґрунтується, і які, відповідно, і презентуються як фундаментальні моделі.

Зазначений підхід викликає кілька заперечень у різних аспектах, аналіз яких розглянутий у роботі [7]. У нашому розумінні ті провідні модельні конструкції, які застосовуються всередині та у межах окремих фізичних теорій, зазвичай не містять загально фізичного інтегруючого сенсу і тому насправді не є фундаментальними моделями, а мають сенс базисних моделей, що існують всередині певних модулів курсу (прикладів цих моделей див. вище).

Іншим підходом до інтерпретації статусу фундаментальних моделей є трактування їх як модельних конструкцій, що мають загально фізичний сенс і пов'язані не з окремими (навіть, і фундаментальними) фізичними теоріями, а з певними *загальними ідеями* стосовно характеру фізичного опису та фізичного дослідження реальності. Наскрізні фундаментальні моделі такого типу, як справедливо зазначено у [8, с.27], виступають «інструмента побудови цілісності на рівні дисципліни». Зокрема, такий підхід запропоновано у [4, с.190-191], де фундаментальні моделі поділено на класичні (фізична корпускула та континуум) та некласичні (чистий та змішаний ансамблі).

Поділяючи загалом цю ідею, зазначимо, що у нашій інтерпретації рівень загально-фізичних фундаментальних моделей систем відповідає *узагальненим модельним підходам* до фізичної аналізу реальності, які мають загально фізичний сенс і тією чи іншою мірою використовуються для модельного опису реальності у різних фізичних теоріях. Це означає, що в аспекті побудови структури навчального курсу фундаментальні моделі знаходяться на найбільш високому гносеологічному рівні, розташованому над змістовними модулями, кожний з яких традиційно відповідає певній окремій провідній фізичній теорії.

Для загального курсу фізики для нефізичних спеціальностей доцільним є виділення таких фундаментальних моделей (систематизація проводиться за просторовою структурою модельного опису):

- матеріальна (фізична) точка;
- матеріальний (фізичний) континуум;
- складна фізична система.

Модель *матеріальної точки (МТ)* відповідає локальному модельному підходу до опису фізичних систем. Модельним відмежуванням цієї моделі виступає твердження про те, що, за відповідних умов, фізичні характеристики системи можна вважати такими, що локалізовані у деякій одній точці простору, положення якої, взагалі кажучи, може змінюватися з часом. Цей модельний підхід і відповідні до нього модельні відмежування використовуються у випадках, коли можна не брати до уваги:

- геометричну форму, розміри, внутрішню структуру системи;
- фізичні взаємодії між окремими складовими частинами системи.

Ця фундаментальна модель використовується у випадках, коли:

- досліджується просторово-часові процеси, що відбуваються із системою у цілому (наприклад, механічний рух системи (тіла) як цілого);
- система у даній задачі відіграє роль носія певних фізичних характеристик (маси, електричного заряду, магнітного моменту тощо).

Модель *матеріального континууму (МК)* відповідає такому модельному підходу до опису фізичних систем, при якому матерія та її фізичні характеристики вважаються безперервно розподіленими у певній неточковій області простору (яка у загальному випадку може бути і нескінченною). Модельне відмежування цієї моделі полягає у нехтуванні дискретним характером реальної просторової структури матерії (наприклад, атомно-молекулярною будовою речовини, квантовою природою електромагнітного поля). Цей модельний підхід використовується для дослідження гомогенних (чи таких, що зводяться до гомогенних) фізичних просторо-

вих структур. Прикладами використання цього модельного підходу є модель суцільного середовища, модель монохроматичної хвилі, модель електромагнітного поля та ін.

Модель складної фізичної системи (СФС) відповідає модельному підходу до фізичного опису систем, просторова структура яких не має цілком локального або цілком однорідного характеру, і моделювання яких на основі тільки модельного підходу матеріальної точки чи тільки модельного підходу матеріального континууму не виявляється можливим. Цей модельний підхід використовується для дослідження принципів гетерогенних фізичних структур, таких, як, наприклад, система частинок, що знаходиться у силовому полі (моделі будови атома, атомного ядра та ін.).

Зазначені фундаментальні модельні підходи (фундаментальні моделі фізичних систем) мають наскрізний, загально-фізичний характер і використовуються в різних змістових модулях курсу, де вони знаходять своє втілення у відповідних базисних моделях систем.

Так, фундаментальна модель матеріальної точки застосовується:

- у модулі «Класична механіка» у вигляді базисної моделі класичної механічної частинки;
- у модулі «Електрика і магнетизм» у вигляді базисних моделей точкового електричного заряду, точкового електричного диполя, точкового магнітного диполя;
- у модулі «Квантова фізика та фізика речовини» у вигляді базисних моделей квантової мікрочастинки (в аспекті її реєстрації як певного матеріального цілого у певній точці простору і у певний момент часу відповідним реєстратором), фотону, елементарної частинки матерії.

Фундаментальна модель фізичного континууму використовується:

- у модулі «Класична механіка» у вигляді базисних моделей силового (гравітаційного) поля та суцільного середовища;
- у модулі «Електрика і магнетизм» у вигляді базисних моделей електромагнітного поля (з його складовими – електричним та магнітним полями) та електропровідного середовища;
- у модулі «Коливання та хвилі» у вигляді базисної моделі біжучої монохроматичної хвилі;
- у модулі «Квантова фізика та фізика речовини» у вигляді базисної моделі квантової мікрочастинки (в аспекті просторового розподілу густини ймовірності її реєстрації).

Фундаментальна модель складної фізичної системи знаходить втілення:

- у модулі «Класична механіка» у вигляді базисної моделі механічної системи частинок;
- у модулі «Молекулярна фізика і термодинаміка» у вигляді базисної моделі системи з великою кількістю частинок;
- у модулі «Електрика і магнетизм» у вигляді базисної моделі електричного кола;
- у модулі «Квантова фізика та фізика речовини» у вигляді базисних моделей абсолютно чорного тіла, квантової мікросистеми, атому та атомного ядра.

Як випливає з наведеного аналізу, зазначені фундаментальні моделі фізичних систем мають інтегруючий сенс і породжують базисні моделі у різних модулях курсу. Це означає, що ці фундаментальні моделі можуть відігравати роль фактору, що сприяє цілісному сприйняттю матеріалу курсу.

### Висновки

1. Необхідність фундаменталізації фізичної освіти потребує пошуку наскрізних навчальних фізичних конструктів, які б створювали умови для забезпечення цілісного сприйняття матеріалу загального курсу фізики студентами.
2. У гносеологічному аспекті це має сприяти формуванню цілісних уявлень про характер фізичних описів фізичних систем, процесів та явищ, загального погляду на фізичну науку і, відповідно, на фізичний навколишній світ, який вона досліджує.
3. З урахуванням модельного характеру фізичного знання у якості таких наскрізних конструктів слід використовувати

фундаментальні навчальні моделі фізичних систем, до яких відносяться матеріальна точка, фізичний континуум, складна фізична система.

4. Зазначені фундаментальні моделі мають сенс узагальнених модельних підходів до фізичного аналізу реальних систем, які використовуються у різних змістових модулях загального курсу фізики для нефізичних спеціальностей.
5. Загально-фізичні фундаментальні моделі всередині окремих модулів курсу трансформуються у базисні моделі цих модулів, на основі яких проводиться викладання фізичного матеріалу цих модулів у навчальному курсі.

### Список використаних джерел:

1. Философский словарь / [под ред. И.Т. Фролова]. – 5-е изд. – М.: Политиздат, 1987. – 590 с.
2. Planck M. Die Einheit der physikalischen Weltbilds / M. Planck // Physikalische Zeitschrift. – Bd. 10. – 1909. – S. 62-75.
3. Фоменко В.В. Роль учебных физических моделей в формировании физической картины мира в курсе общей физики / В.В. Фоменко // Физическое образование в вузах. – 2006. – Т.12, №1. – С. 43-48.
4. Голубева О.Н. Теоретические проблемы общего физического образования в новой образовательной парадигме: дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / О.Н. Голубева. – М., 1995. – 298 с.
5. Фоменко В.В. Навчальні фізичні моделі загального курсу фізики та їхня 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.
6. Фоменко В.В. Систематизація ідеальних навчальних фізических моделей в курсі фізики для нефізических спеціальностей / В.В. Фоменко // Физическое образование в вузах. – 2009. – Т. 15, №4. – С. 22-29.
7. 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. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 2005. – Вип. 11. – С.167-170.
8. Медведева Л.В. Пути построения целостности физического знания и физического мышления в системе профессионального образования / Л.В. Медведева // Физика в системе современного образования (ФССО – 99): тезисы докладов. – СПб.: Изд-во РГПУ им А.И. Герцена, 1999. – Т. 1. – 218 с.

В. В. Фоменко

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГНОСЕОЛОГИЧЕСКОГО ЕДИНСТВА ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассмотрена роль фундаментальных идеальных учебных моделей физических систем в аспекте формирования целостных физических представлений в процессе преподавания общего курса физики для нефизических специальностей. Приведены примеры трансформации фундаментальных моделей в базисные модели систем, используемые в различных модулях курса.

**Ключевые слова:** физическое образование, физические модели, фундаментальные модели, гносеологическое единство.

V. V. Fomenko

Kirovograd Flight Academy of National Aviation University

### THE FUNDAMENTAL TRAINING PHYSICAL MODELS AS INSTRUMENT FOR ENSURING OF GNOSEOLOGICAL UNITY OF PHYSICAL EDUCATION

The role of fundamental ideal educational models of the physical systems is considered in aspect of forming of integral physical views by teaching of general physics course for non-physical specialities. Examples of transformation of fundamental models to the base models of the systems used in the different modules of the course are made.

**Key words:** physical education, physical models, fundamental models, gnoceological unity.

Отримано: 30.05.2013