

пруженості магнітного поля. Приклади нелінійних середовищ: сегнетоелектрики, ферромагнетика.

Спрощення системи, яке зводить її до лінійної, називають лінеаризацією. Лінеаризацію систем проводять у рамках певної моделі, яка є відбиттям, копією реальних систем і процесів, зберігаючи в собі деякі (характерні для даної задачі) властивості і співвідношення реальних систем. Становлення більшості розділів фізики фактично починалося із досліджень лінійних систем. У будь-якій новій сфері наукових досліджень, розробці нових технічних засобів чи нових технологічних процесів спочатку проводять лінеаризацію реальних систем, далі розв'язують одержані диференціальні або інтегродиференціальні рівняння, виявляючи таким чином функціональні зв'язки і невідомі властивості нового об'єкту. Такий підхід стосовно розв'язання інженерних задач дозволяє робити теоретичні передбачення, науково обґрунтовувати необхідність і економічну доцільність нових технічних розробок.

Лінеаризація різних за природою фізичних систем часто призводить до ідентичних (однакових за канонічною формою запису) лінійних диференціальних рівнянь, що дає можливість вивчати загальні властивості лінійних систем. Прикладом таких досліджень є розробка загальної теорії коливань і хвиль в лінійних системах [9], загальної теорії явищ перенесення, загальної теорії фазових перетворень тощо.

Висновки. 1. Дано обґрунтовані означення і розкрито фізичний зміст понять “принцип суперпозиції”, “лінійні системи”, “лінійні і нелінійні середовища” та ін., що є важливим для поглибленого вивчення курсу фізики у ВНЗ і підсиленню фундаментальності його змісту.

2. Вивчення вказаних понять у курсі загальної фізики дозволяє встановити внутрішньопредметні зв'язки між окремими розділами єдиного курсу фізики, такими, як “Механіка матеріальної точки та твердого тіла”, “Електрика і магнетизм. Електричне й магнітне поле”, “Хвильова оптика” та ін.

3. Вивчення понять “принцип суперпозиції”, “лінійні системи”, “лінійні і нелінійні середовища” важливе для встановлення різнобічних міждисциплінарних зв'язків між фізикою та загальнотехнічними і професійно-орієнтованими дисциплінами (радіотехніка, електротехніка, теорія лінійних кіл, електродинаміка та багато інших).

4. Вивчення лінійних систем різної фізичної природи і застосування до її вивчення принципу суперпозиції формує у студентів фундаментальні фізичні і філософські поняття загальності коливальних та інших процесів у матеріальному світі, сприяє виробленню у студентів вміння виділити головне у розглядуваній проблемі чи задачі, відобразити у записах логічну послідовність власних міркувань.

Перспективами подальших розвідок у даному напрямку є встановлення внутрішньопредметних і міжпредметних зв'язків під час вивчення у курсі фізики

питань, пов'язаних з нелінійними фізичними системами. Зокрема, властивості нелінійних коливальних систем залежать від процесів, що в них відбуваються. Дослідження таких систем дозволяє розв'язувати важливі практичні задачі нелінійної оптики, нелінійної акустики, нелінійної спектроскопії і таке ін.

Список використаних джерел:

1. Пастушенко С.М. Міжпредметні зв'язки курсів загальної фізики і мікроелектроніки при підготовці бакалаврів з радіотехніки // *Матеріали VII Всеукраїнської наукової конференції “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”*. Національний пед. ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 2002. – С.29-35.
2. Пастушенко С.М. Реалізація міжпредметних зв'язків курсів загальної фізики і електротехніки у концепції методичної системи навчання фізиці студентів технічного університету // *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Засоби і методи навчання фізики”*. – Чернігів: Чернігівський держ. пед. ун-т ім. Т.Г.Шевченка, 2002. – С.12-17.
3. Пастушенко С.М. Пути реализации межпредметных связей курса физики с микроэлектроникой // *Физическое образование в вузах*. – 2004. – Т.10. – №1. – С.108-118.
4. Сергієнко В.П. Професійна спрямованість курсу загальної фізики у педагогічному вищому навчальному закладі // *Наукові записки: Серія: Педагогічні науки*. Вип. 42. – Кіровоград: РВЦ Кіровоградського держ. пед. ун.-ту ім. В.Вінніченка, 2002. – С.203-207.
5. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.2. Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 2001. – 452 с.
6. *Фізика*, 10 кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл. // Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.; Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2002. – 296 с.
7. Пастушенко С.М. Загальна фізика: Механіка: Навч. посібн. – К.: НАУ, 2002. – 284 с.
8. *Физический энциклопедический словарь* / Гл. ред. А.М.Прохоров. Ред. кол. Д.М.Алексеев, А.М.Бонч-Бруевич, А.С.Боровик-Романов и др. – М.: Сов. Энциклопедия, 1984. – 944 с.
9. Анісімов І.О. Коливання і хвилі. Навч. посібник для студентів радіофізичного факультету. – К., РВЦ “Київський університет”, 1997.

There are considered methodical issues of linear systems at Technical's university physical course. It is considered the definitions and physical essence of conceptions the “superposition principle” and the “linear systems”. It is shown the importance of intersubject's contacts, which can be introduced at High School between the Mechanics, Electricity, Magnetism, Oscillation's and Wave's Physics.

Key words: studies of physics, linear systems, principle of superposition, between subject copulas, preparation of specialist.

Отримано: 6.06.2005.

УДК 372. 853. 53

О.М.Рачковський, Ц.А.Крисков, А.М.Кух

Кам'янець-Подільський державний університет

ЗАСТОСУВАННЯ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

В статті розглянуті питання використання у навчальному процесі з загальної фізики кредитно-модульної системи на прикладі розділу «Механіка». Описані методи та прийоми подання знань, перевірка та оцінювання результатів навчання.

Ключові слова: кредитно-модульна система; модуль; лекції; практичні заняття; навчальні лабораторні заняття; самостійна робота; індивідуальні завдання.

У процесі вивчення курсу загальної фізики має сформуватися уявлення про особливу роль фізики, яка визначається предметом вивчення оточуючого світу, де розкривається зміст матерії і форм її рухів, простору і часу як форми існування матерії, взаємозв'язок і взає-

моперетворюваність видів матерії і рухів, єдність матеріального світу. В цьому полягає важливе методологічне і світоглядне значення вивчення курсу загальної фізики. На основі вивчення класичної і сучасної фізики, розкриття фізичних понять і означень фізичних

величин, змісту моделей, законів, принципів, теорій формується цілісна сучасна фізична картина світу [3].

Особливість вивчення фізики у ВНЗ полягає в тому, що студенти мають оволодіти системою вмінь і навичок, які б давали можливість ефективно передавати знання наступним поколінням, виховувати в них допитливість, інтерес до знань, любов до творчої праці. Вивчення теоретичного матеріалу супроводжується формуванням умінь їх застосування для аналізу та розрахунку параметрів перебігу механічних процесів, а також виробленню навичок експериментальної реалізації різних видів руху, вивчення їх особливостей та перевірки основних законів. Самостійна робота передбачає поглиблення теоретичних знань, аналіз сучасного стану використання фізики для практичних потреб людства та тренування у застосуванні теоретичних моделей до пояснення різних механічних явищ.

Метою даної роботи є необхідність ознайомити студентів з основними поняттями, явищами та законами, що їх описують, стосовно механічних видів руху; виробити вміння застосування теоретичних знань для аналізу і опису процесів, розрахунку або оцінки їх параметрів; виробити навички експериментальної реалізації окремих видів руху, дослідження їх перебігу та перевірки основних законів; розвинути логічне мислення.

У процесі вивчення фізики використовуються такі методи і прийоми навчання:

- **Лекції для ознайомлення з основними теоретичними положеннями, що описують механічні процеси.**

Лекційний курс розбивається на три змістовних модулі. Кожен модуль включає матеріал окремих тем розділу «Механіка» [4-6]. Зокрема, I модуль містить теми: «Вступ», «Динаміка матеріальної точки», «Динаміка системи матеріальних точок», «Механіка твердого тіла». II модуль: «Сили тертя і сили пружності», «Всесвітнє тяжіння», «Механіка рідин і газів», «Рух в неінерціальних системах відліку». III модуль: «Механіка спеціальної теорії відносності», «Коливання і хвилі», «Акустика». Для прикладу наведемо розподіл годин у I модулі (див. *табл. 1*).

Після вивчення кожного модуля відбувається перевірка засвоєних знань студентами у вигляді колоквіуму. За результатами теоретичної підготовки студенти можуть набрати за кожен модуль 1-5 балів, загальна оцінка до 15 балів.

- **Практичні заняття для вироблення навичок застосування теоретичних знань у розрахунку особливостей перебігу механічних явищ.**

Практичні заняття також поділяються на три модулі [7-10]. Для прикладу розглянемо одну з тем, а саме: «Динаміка матеріальної точки і системи матеріальних точок». На цю тему виділено 4 академічних години. Для досягнення позитивних результатів студент має поставити перед собою певну мету: «Виробити навички застосування законів динаміки для опису руху і взаємодії тіл». Для реалізації цієї мети складається план заняття:

- поняття сили, маси, кількості руху;
- математичні методи роботи з векторними величинами;
- закони Ньютона для динаміки руху;
- запис другого закону Ньютона для реальних рухів з урахуванням діючих сил;
- пряма та обернена задачі динаміки;
- кількість руху та імпульс сили;
- застосування закону збереження кількості руху для замкнених і розімкнених систем.

Для раціонального розуміння певних понять студенти опираються на попередню підготовку:

- повторення матеріалу з курсу математики (дії з векторами, диференціальні рівняння та методи їх розв'язання);

Модуль I		
№ пп	Назва змістового модуля. Темі і підтеми	К-ть годин
1	Тема 1.1. <i>Вступ</i> . Матерія і рух, простір і час. Предмет і завдання класичної механіки. Фізичні величини і їх вимірювання. Системи одиниць. Розмірності фізичних величин. <i>Кінематика матеріальної точки</i> . Задачі кінематики. Класичні уявлення про простір і час. Система відліку. Еталони довжини і часу. Матеріальна точка. Відносність рухів. Радіус-вектор, вектори переміщення, швидкості і прискорення. Кінематичні рівняння. Принцип незалежності рухів. Додавання швидкостей і прискорень.	2
2	<i>Рух точки по колу</i> . Кутова швидкість і прискорення. Лінійні і кутові величини, їх зв'язок. Рівняння рівномірного і нерівномірного рухів точки по колу. <i>Коливальний рух</i> . Гармонічні коливання. Кінематичні характеристики коливальних рухів матеріальної точки. Зв'язок коливального і обертального рухів. Векторні діаграми. Додавання коливань. Биття. Фігури Лиссажу. Спектр коливань. Гармонічний аналіз. Поняття про теорему Фур'є.	2
3	Тема 1.2. <i>Динаміка матеріальної точки</i> . Завдання динаміки. Перший закон Ньютона, його наслідки. Інерціальні системи відліку. Механічна сила. Сили в природі. Фундаментальні взаємодії. Другий закон динаміки. Маса і її вимірювання. Адитивність і закон збереження маси. Третій закон динаміки. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Рух тіла із змінною масою. Рівняння Мещерського і Цюлковського. Реактивний рух. <i>Перетворення Галілея і їх наслідки</i> . Принцип відносності Галілея. Межі застосування механіки Ньютона. <i>Момент імпульсу матеріальної точки, момент сили, момент інерції</i> . Закон збереження моменту імпульсу матеріальної точки. <i>Робота, потужність, енергія</i> . Потенціальні і непотенціальні сили. Зв'язок сили з потенціальною енергією. Збереження повної енергії матеріальної точки в полі потенціальних сил. Застосування законів збереження до пружного і непружного ударів.	2
4	Тема 1.3. <i>Динаміка системи матеріальних точок</i> . Система матеріальних точок. Зовнішні і внутрішні сили. Замкнута система. Рух системи матеріальних точок. Центр мас. Координати центра мас. Рух центра мас. Закон збереження імпульсу і його наслідки. <i>Енергія системи матеріальних точок</i> . Консервативні і неконсервативні сили. Закон збереження механічної енергії в консервативній системі. Момент імпульсу системи матеріальних точок, закон збереження моменту імпульсу замкнутої системи матеріальних точок. Зв'язок законів збереження з симетрією простору і часу. Роль законів збереження у фізиці.	2
5	Тема 1.4. <i>Механіка твердого тіла</i> . Тверде тіло як система матеріальних точок. Абсолютно тверде тіло, його поступальний і обертальний рух. Поняття про миттєві осі обертання. Ступені вільності і зв'язки. Обертання навколо нерухомої осі, момент сили відносно осі. Момент інерції і момент імпульсу твердого тіла.	2
6	<i>Основне рівняння динаміки обертального руху</i> . Пара сил, момент пари. Теорема Штейнера. Рівняння моментів. Кінетична енергія тіла, що обертається. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла і його наслідки. <i>Обертання твердого тіла навколо нерухомої точки</i> . Вільні осі обертання. Гіроскоп. <i>Умови рівноваги твердого тіла</i> . Види рівноваги. Центр ваги.	2

- вивчення теоретичного матеріалу лекцій;
- опрацювання матеріалу, винесеного на самостійну роботу;
- підбір прикладів різних видів руху;
- графічні зображення сил.

Закріплення теоретично матеріалу відбувається шляхом розв'язування задач.

Приклад задачі

На тіло з масою m , що рухається з початковою швидкістю v_0 , діють сили F_1 і F_2 під кутами α_1 і α_2 до напрямку v_0 (рис. 1). Знайти прискорення і швидкість тіла, а також його переміщення в кінці t -ї секунди.

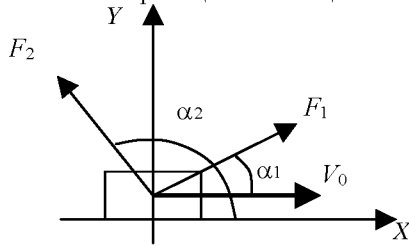


Рис. 1

Розв'язання.

За другим законом Ньютона $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a}$.

Виберемо напрямок осі X вздовж напрямку v_0 , а напрямок осі Y – перпендикулярно v_0 . Проектуючи ці векторні співвідношення на осі координат, отримуємо два скалярних рівняння:

$$a_x = \frac{F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2}{m}; \quad a_y = \frac{F_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2}{m}.$$

Швидкість рівномірного руху тіла $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$, або в проєкціях

$$v_x = v_{0x} + a_x t; \quad v_y = v_{0y} + a_y t.$$

Легко бачити, що $v_{0x} = v_0$ і $v_{0y} = 0$. При цьому

$$v_x = v_0 + a_x t; \quad v_y = a_y t; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$$

Переміщення $\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$ або в проєкціях

$$x = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}; \quad y = \frac{a_y t^2}{2}.$$

В кінці практичного заняття подається завдання додому для закріплення матеріалу.

При завершенні вивчення модуля студенти пишуть контрольну роботу, яка оцінюється 1-5 балів. В загальному за практичний курс студенти набирають до 15 балів.

- **Навчальні лабораторні роботи для перевірки основних законів, а також вироблення вмінь експериментальних досліджень та вимірювань, необхідних у подальшій практичній роботі, обробки результатів, їх графічного або табличного подання, аналізу отриманих результатів.**

Лабораторний практикум допомагає наочно побачити та зрозуміти явища природи та їх закономірність, засвоїти фізичні поняття та закони, глибше ознайомитись з методикою вимірювання фізичних величин та спостереження фізичних процесів [1, 11-14].

Для успішного проведення лабораторної роботи студент повинен пройти кілька етапів підготовки. Тому, насамперед, потрібно уважно ознайомитись зі змістом завдання. Вияснити завдання та мету роботи, а також на достатньому рівні засвоїти теоретичний матеріал, який стосується тієї чи іншої роботи.

Наступний етап виконання лабораторної роботи потребує не лише засвоєння теоретичного матеріалу, але й потребує тренування і певних навичок. Лабораторна робота вимагає добросовісного ставлення до кожного вимірюваного результату, і є результатом, індивідуальним для кожного дослідника. Тому кожен студент повинен намагатися одержати не просто табличні дані, або дані своїх колег, а провести експеримент з такою точністю, щоб бути впевненим у правильності виконаних вимірювань.

Студент повинен не лише виконати роботу, але точно та правильно виміряти вимірювальними приладами шукані величини. На подальшому етапі потрібно

обчислити експериментальні похибки та побудувати при потребі графік або замалювати картину досліджуваного процесу.

Під час лабораторного практикуму студенти виконують 18 лабораторних робіт [13, 14], які оцінюються 1-2,5 балами. На завершальному етапі за лабораторний практикум студенти набирають до 45 балів.

- **Самостійна робота з опрацювання окремих питань теоретичного характеру, виконання домашніх завдань, підготовки до практичних і лабораторних занять, оформлення результатів вимірювань.**

Самостійна робота передбачає поглиблення і деталізацію теоретичних знань, аналіз сучасного стану використання фізики для практичних потреб людства та тренування у застосуванні теоретичних моделей до пояснення різних механічних явищ.

- **Індивідуальні навчально-дослідні завдання для виконання творчої роботи з оцінки сучасних питань застосування фізичних явищ, розв'язування задач якісного і кількісного характеру тощо.**

Для виконання індивідуальних завдань розроблено три навчально-методичні посібники (три модулі). Вони призначені для вивчення теоретичного матеріалу та виконання індивідуальних завдань за поданими зразками.

Перші частини навчально-методичних посібників містять теоретичні відомості основних питань та фізичні величини, що допомагає студентам закріпити та доповнити знання, набуті у лекційному курсі та при самостійному опрацюванні матеріалів з кожної теми.

Наступними елементами цих посібників є індивідуальні завдання, розроблені за варіантами для кожного студента з різними ступенями складності: теоретичні, практичні та тестові. Це дає змогу студентам поступово заглиблюватися у зміст предмету. Завдання супроводжуються прикладами розв'язку задач та довідковими даними, які потрібні для виконання завдань.

Приклад індивідуального завдання та варіант його розв'язку

Задача практичного змісту

Тіло вагою P розміщено на горизонтальній поверхні (рис. 2). Коефіцієнт тертя спокою між тілом і площиною рівний k . До тіла прикладена сила F під кутом α до горизонту. Знайти умови, які визначають характер руху тіла.

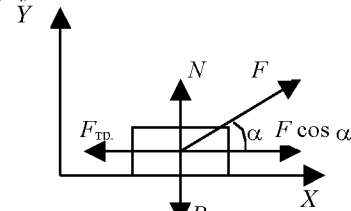


Рис. 2

Розв'язання.

Другий закон Ньютона у векторній формі:

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{mp} = m\vec{a}$$

Можливі такі варіанти руху:

1) Тіло знаходиться в спокої або рівномірно і прямолінійно рухається, так що прискорення дорівнює нулю. Спроектуємо сили на горизонтальну і вертикальну координатні вісі, враховуючи, що прискорення тіла відсутнє:

$$F \cos \alpha - F_{mp} = 0; \quad F \sin \alpha + N - P = 0.$$

З цих рівнянь знаходимо, враховуючи, що

$$F_{mp} = kN : \quad F = \frac{kP}{\cos \alpha + k \sin \alpha}.$$

Слід відзначити, що при $P = F \sin \alpha$ тіло почне віддриватися від горизонтальної поверхні ($N = 0$).

2) Тіло рухається з прискоренням \vec{a} . У цьому випадку рівняння проєкцій:

$$\text{по горизонталі: } F \cos \alpha - F_{\text{тр.}} = \frac{P}{g} a;$$

$$\text{по вертикалі: } F \sin \alpha + N - P = 0,$$

$$\text{звідки } a = \frac{g[F \cos \alpha - k(P - F \sin \alpha)]}{P}.$$

Для того, щоб тіло рухалось з прискоренням, необхідне виконання умови $F \cos \alpha - k(P - F \sin \alpha) > 0$,

$$\text{або } F > \frac{kP}{\cos \alpha + k \sin \alpha}.$$

$$\text{Коефіцієнт тертя спокою } k = \frac{F \cos \alpha}{P - F \sin \alpha}.$$

Задача теоретичного змісту

З вершини башти кинуто з однакою швидкістю в один і той самий момент чотири камені: вертикально вгору, вертикально вниз, горизонтально вправо і горизонтально вліво (рис. 3). Яку форму матиме уявний чотирикутник, у вершинах якого перебуватимуть камені в момент падіння на землю каменя, кинутого вертикально вниз?

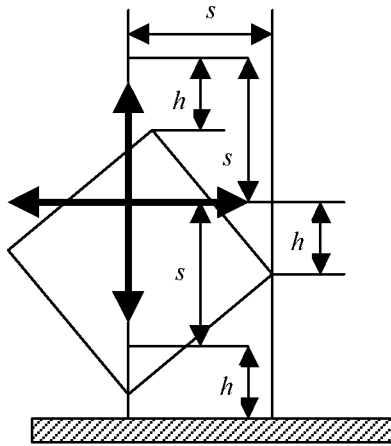


Рис. 3

Розв'язання.

За один і той самий час всі камені опустяться на однакову відстань h внаслідок притягання Землі й перемістяться на певну відстань s за інерцією.

Відповідь: Уявний чотирикутник матиме форму квадрата.

Тестова задача

Чи може тіло рухатись прямолінійно, якщо жодна з прикладених сил не напрямлена по прямій?

- а) може;
- б) не може.

Відповідь: а) може. Пояснення: Оскільки напрям руху тіла визначається векторною сумою всіх прикладених сил.

Отже, після виконання трьох індивідуальних завдань студенти набирають до 15 балів.

В загальному результаті студент при успішному виконанні всіх поставлених завдань набирає 90 балів. Це за шкалою оцінювання досягає відмінної оцінки із загальної 100 бальної шкали. В разі малої кількості балів студент може або повторно звітувати за окремі модулі, або ж отримати додаткових 10 балів іспитовим контролем.

По завершенню вивчення курсу студент повинен знати та вміти:

- Основи математичних, загально-технічних і прикладних дисциплін, зокрема загальної і теоретичної фізики, інформатики і астрономії;
- Вклад українських вчених у розвиток фізики;

- Питання охорони довкілля і раціонального використання природних ресурсів, вклад фізики у розвиток малозатратних, енергозберігаючих і безвідходних технологій виробництва;
- Навчальні плани, діючі шкільні програми, методичку викладання фізики, вимоги до обладнання шкільних кабінетів фізики, шкільні підручники, методичні рекомендації, допоміжні засоби навчання та їх дидактичні можливості, методичку організації та проведення позакласної і гурткової роботи;
- Питання охорони праці і техніки безпеки при роботі з обладнанням;
- Принципи роботи з джерелами знань: навчальною літературою, спеціальною науковою літературою, документами, довідниками, періодичною пресою;
- Основні принципи отримання, збору, аналізу, порівняння, систематизації і узагальнення інформації, фактів природних явищ і процесів, практику підготовки інформаційних і науково-методичних матеріалів;
- Способи обробки, аналізу та представлення результатів, отриманих в процесі виконання досліджень;
- Ефективно застосовувати теоретичні професійні знання у практичній діяльності;
- Проводити спостереження, пояснити природні явища і процеси, здійснювати природоохоронну роботу;
- Використовувати навчально-лабораторне обладнання, технічні засоби навчання, електронно-обчислювальну техніку на різних видах занять і в поза-класній роботі;
- Підготувати, здійснити постановку та проведення фізичних демонстрацій і лабораторних робіт, спостережень, забезпечити дотримання вимог техніки безпеки;
- На практиці застосовувати знання з наукової організації і охорони праці;
- Готувати учнів до участі в олімпіадах та конкурсах.

Список використаних джерел:

1. Винниченко В.Є. Фізичний практикум. — К.: Радянська школа, 1950. — 296 с.
2. Рачковський О.М. Роль комп'ютерних технологій у постановці лабораторного практикуму з курсу фізики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія педагогічна. Випуск 10. — Кам'янець-Подільський: інформаційно-видавничий відділ, 2004. — С.128-129.
3. Нісімчук А.С., Падалка О.С., Шнак О.Т. Сучасні педагогічні технології: Навчальний посібник. — К.: Просвіта. Пошуково-видавниче агентство "Книга Пам'яті України", 2000. — 368 с.
4. Дуценко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. — К.: Вища шк., 1987. — 431 с.
5. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. — К.: Техніка. Т.1, 1999. — 536 с.
6. Савельєв І.В. Курс общей физики. — М.: Наука, 1979-1987. — Т.1-3.
7. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. — М.: Наука, 1985.
8. Сборник задач по курсу общей физики / Под ред. М.С.Цедрика. — М.: Просвещение, — 1989. — 272 с.
9. Иродов И.Е. Сборник задач по общей физике. — М.: Наука, 1988.
10. Збірник задач з фізики / Під ред. І.Т.Горбачука — К.: Вища шк. 1993. — 360 с.
11. Фізичний практикум / В.П.Душенко, І.Т.Горбачук та ін. — К.: Вища шк., 1984.
12. Фізичний практикум /За ред. В.П.Душенка. — К.: Вища шк., 1981-1984. — Ч.1-2.
13. Рачковський О.М., Криськов Ц.А. Лабораторні роботи з загальної фізики, розділ «Механіка», частина I: Навчальний посібник. — Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, 2001. — 55 с.
14. Криськов Ц.А., Рачковський О.М. Лабораторні роботи з загальної фізики, розділ «Механіка», частина II: На-

вчальний посібник. — Кам'янець-Подільський державний університет, 2004. — 48 с.

In the article the questions of the use in an educational process from general physics of the credit-module system is considered, on the example of section of «Mechanics». Methods and receptions of knowledge represen-

tation, verification and evaluation of results of teaching are described.

Key words: credit-module system; module; lectures; practical employments; laboratory lessons; independent work; individual tasks.

Отримано: 12.04.2005.

УДК: 37.022

В.В.Фоменко

Державна льотна академія України, м. Кіровоград

НАВЧАЛЬНІ ФІЗИЧНІ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ ТА ЇХ СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЗА СТУПЕНЕМ МОДЕЛЬНОГО УЗАГАЛЬНЕННЯ

У роботі розглянуто проблему навчальних фізичних конструктів — дидактичних виразників фізичної сутності елементів реальності, що є предметом вивчення у загальному курсі фізики для нефізичних спеціальностей вищих навчальних закладів. У якості таких конструктів запропоновано застосування навчальних фізичних моделей. Досліджуються окремі аспекти дидактичної ролі моделей, розроблено основи їх систематизації за рівнем гносеологічної узагальненості.

Ключові слова: курс загальної фізики, навчальні фізичні моделі, нефізичні спеціальності, фундаменталізація фізичної освіти.

Твердження про те, що фізична освіта, яка базується на ґрунті курсу загальної фізики, відіграє провідну роль у фундаменталізації вищої освіти для інженерних, технічних та ін. нефізичних спеціальностей, є загальноприйнятим. Разом із тим, для здійснення фундаменталізуючої ролі у підготовці фахівців, курс загальної фізики сам має бути певним чином фундаменталізованим. Це означає, що він має бути орієнтованим, перш за все, “на оволодіння глибинними, сутнісними основами та зв’язками між різноманітними процесами оточуючого світу” [1, с.34]. Постає питання стосовно тих *навчальних фізичних конструктів*, які, поперше, мають виступати у курсі фізики у якості виразників зазначених фізичних сутнісних основ та зв’язків і, по-друге, у подальшому відіграватимуть роль фундаментальних фізичних орієнтирів по відношенню до фахової та спеціальної підготовки. Інакше кажучи, постає проблема певних змістовно-дидактичних одиниць, які б відігравали роль *основних дидактичних носіїв фізичної сутності* фрагментів реальності (у тому числі і фахово-значущої реальності для нефізичних спеціальностей), що розглядаються у навчальному курсі фізики.

Традиційно виконання цих функцій покладається, по-перше, на провідні фізичні теорії, що розглядаються у курсі (механіка, термодинаміка, електромагнетизм та ін.), а також, по-друге, на пов’язані з цими теоріями системи фізичних понять та законів. Однак, з одного боку, фізичні теорії є занадто великими за обсягом і кожна з них містить розгляд досить значної кількості фізично різноманітних фрагментів реальності (реальних систем, процесів, явищ). Наприклад, у границях ньютонівської механіки розглядаються поступальний і обертальний рухи тіл, рух систем тіл, рухи рідин та газів та ін. При цьому поняття та закони, за допомогою яких досліджується ці фрагменти реальності, хоча вони у гносеологічному та навчальному аспектах і містять певні аналогії (див., наприклад, [2]), і, зокрема, іноді мають схожі математичні форми, все ж описують онтологічно різні фрагменти реальності. Це означає, що у границях провідних фізичних теорій, зазвичай, розглядаються декілька нетотожних фізичних сутностей, кожна з яких має відобразитися в навчальному курсі окремим фізичним конструктом. Таким чином, провідні фізичні теорії можуть виступати лише у якості змістовної основи певних макроблоків — навчальних модулів курсу, які відображають макроструктуру сучасного фізичного знання, а також, певною мірою, історію його становлення та розвитку, і не можуть відігравати роль основних дидактичних носіїв фізичної сутності елементів реальності.

З іншого боку, окремі фізичні поняття та фізичні закони (маються на увазі часткові поняття і закони [3]), хоч вони, звичайно, і відображають певні фізично сутнісні аспекти реальності, однак у більшості випадків є занадто дрібними навчальними елементами для того, щоб повністю відобразити фізичну сутність об’єктів, процесів та явищ, що вивчаються. Так, наприклад, кожне з окремих понять: тиску, температури і т.д. і кожен з окремих законів: Бойля-Маріота, Гей-Люссака і т. д. описують деякі характерні риси фізичної поведінки газів, однак жодне з цих понять і жоден з цих законів не в змозі самостійно охарактеризувати стан та процеси у газі у загальному випадку. Тому навчальне використання окремих фізичних понять та окремих фізичних законів у якості основних дидактичних носіїв фізичної сутності елементів реальності в навчальному курсі, також, не уявляється виправданим.

Таким чином існує *проблема дидактичної “проміжної ланки”* між фізичними теоріями, що вивчаються у курсі, і внутрішніми по відношенню до цих теорій поняттями та законами. Навчальні фізичні конструкти, які виступають у цій ролі, мають, також, відображати провідну гносеологічну закономірність фізичного знання — його *модельний характер*. Такою “проміжною ланкою” виступають *навчальні фізичні моделі* (наприклад, нерелятивістська частинка, осцилятор, термодинамічна система та ін.), які з одного боку “прив’язані” до відповідних провідних фізичних теорій, а з іншого боку визначають низку фізичних понять та фізичних законів, притаманних кожній моделі. Саме навчальні моделі і мають бути провідними дидактичними носіями фізичної сутності фрагментів реальності.

Таким чином, підводячи підсумки проведеного аналізу, ми констатуємо, що під фундаменталізацією фізичної освіти слід розуміти *концентрацію навчально-го матеріалу курсу загальної фізики навколо найбільш світоглядно важливих та практично значущих навчальних моделей фізичних систем*, притаманних провідним фізичним теоріям, що розглядаються.

Різноманіття навчальних фізичних моделей, що є предметом вивчення у курсі загальної фізики передбачає певну ієрархію рівнів гносеологічної та дидактичної співвідпорядкованості на ґрунті більшого або меншого ступеня модельного узагальнення тих об’єктів, що виступають у якості предмету модельних описів. Під ступенем модельного узагальнення розуміється *якісна характеристика фізичної моделі, що відбиває рівень її модельного абстрагування від об’єктів реальності*. При цьому, чим вищим є рівень модельного абстрагування, тим вищим буде і ступінь узагальненості моделі, тобто, її статус у ієрархічній системі моделей, що прийнята у