

ктеризуються цим поняттям (величиною), формули, що з'єднують цю величину з іншими, одиниці фізичної величини, способи її вимірювання”.

Ми показали тільки частину прикладів з шкільних підручників (розділ оптика), які показують необхідність звернути більшу увагу до правильного використання означень фізичних термінів, які пропонуються ДСТУ.

Таким чином, аналіз навчальних підручників і посібників показав, що у школах (і вищих навчальних закладах) для одних і тих же фізичних термінів використовують різні означення, які не узгоджені з Державними стандартами України. У шкільних підручниках зустрічається ряд помилок, пов'язаних з відсутністю використання ДСТУ. ДСТУ щодо фізичних термінів дещо застарілі і не відповідають ДСТУ 1.0:2003.

Список використаних джерел:

1. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України № 24 від 14 січня 2004 р.
2. Національна стандартизація. Основні положення: ДСТУ 1.0:2003. — Чинний від 01.01.2004. — К.: Держстандарт України, 2003. — 31 с.
3. ДСТУ 3651. (0-97, 1-97, 2-97) «Метрологія. Одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць».
4. Пишенична Л, Моргунок В. Визначення чи означення // Проблеми української термінології. — Вісник НУ "Львівська політехніка", № 402. — 2000. — С.45-47.
5. Козирський В., Шендеровський В. Тяжка недуга української наукової мови // Матеріали 8-ї Міжнародної Наукової Конф. "Проблеми української термінології СловоСвіт 2004". — Львів, 2004. — 227 с.
6. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика, 8 клас.: Підручник для середньої загальноосвітньої школи. — Київ, Ірпінь: ВТФ "Перун", 2000. — 192 с.

7. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика, 11 клас.: Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів. — Київ, Ірпінь: ВТФ "Перун", 2004. — 288 с.
8. Гончаренко С.У. Підручник для 11 класу середньої загальноосвітньої школи. — К.: Освіта, 2002. — 319 с.
9. Фізична оптика. Терміни, визначення та літерні позначення основних величин: ДСТУ 2755-94. — Чинний від 01.01.1996. — К.: Держстандарт України, 1994. — 37 с.
10. Геометрична оптика. Терміни, визначення та літерні позначення основних величин: ДСТУ 2756-94. — Чинний від 01.01.1996. — К.: Держстандарт України, 1994. — 44 с.
11. Куцурук І.М., Дуценко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. — К.: Вища школа, 1991. — 463 с.
12. Карачун В.Я. Орфографічний словник наукових і технічних термінів: понад 30 000 слів. — К.: Криниця, 1999. — 524 с.
13. Російсько-український словник наукової термінології. Математика. Фізика. Техніка. Науки про Землю та Космос / В.В.Гейченко, В.М.Завирюхина, О.О.Зеленюк та ін.
14. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 7-11 класи / О.Бугайов, Л.Закота, Д.Костюквич, М.Мартинюк. — К., 2001. — 122 с.

In the report questions of use of the Ukrainian physical terminology in educational process are considered at use of state standards of Ukraine.

Key words: state standard of Ukraine, state standard of education, physical terminology, didactics of physics, the textbook of physics, language of physics.

Отримано: 4.06.2005.

УДК 375.3

С.М.Пастушенко

Національний авіаційний університет

ВИВЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ СИСТЕМ У КУРСІ ФІЗИКИ З УРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПУ СУПЕРПОЗИЦІЇ

Розглянуто методичні питання вивчення лінійних систем у курсі фізики в технічному університеті. Наведено означення і розкрито фізичну сутність понять "принцип суперпозиції" та "лінійні системи". Розглянуто важливість встановлення внутрішньопредметних та міжпредметних зв'язків під час вивчення вказаних понять у механіці, електриці, магнетизмі, фізиці коливань і хвиль.

Ключові слова: навчання фізики, лінійні системи, принцип суперпозиції, міжпредметні зв'язки, підготовка фахівця.

Метою даного дослідження є вироблення методичних рекомендацій щодо розгляду в курсі фізики широкого кола питань, пов'язаних із принципом суперпозиції. Важливість вивчення цієї теми обумовлена внутрішньопредметними і міжпредметними (міждисциплінарними) зв'язками, що існують в курсі фізики.

Неперервність професійної освіти, що є ознакою теперішнього розвитку суспільства, вимагає підвищення рівня професійних знань сучасного спеціаліста і пов'язана із впровадженням нових навчальних технологій, зокрема, у курсі фізики у вищому навчальному закладі (далі – ВНЗ) [1]. Отже, важливою для практичних завдань підготовки сучасних спеціалістів є постановка проблеми поєднання теоретичної і практичної компонентів знань у курсі фізики у ВНЗ [2]. В даній роботі така проблема розв'язується стосовно методики викладання курсу фізики, як однієї з фундаментальних дисциплін для підготовки інженерних спеціалістів, майбутня робота яких пов'язана із знаннями таких навчальних дисциплін, як радіотехніка, електротехніка, теорія лінійних кіл та ін. Для встановлення щільної взаємодії цих та інших загальнотехнічних дисциплін із курсом фізики необхідно поглибити взаємний зв'язок цих курсів. Практично важливим для вдосконалення змісту курсу фізики у ВНЗ є дослідження міжпредметних зв'язків фізики із загальнотехнічними та профе-

сійно-орієнтованими дисциплінами, зокрема, вивчення у курсі фізики питань, пов'язаних із застосуванням принципу суперпозиції.

Відомо, що знання з фізики є базовими для подальшого навчання у ВНЗ. Основна задача курсу загальної фізики полягає у формуванні наукового світогляду, виробці у студентів певних наукових уявлень і розуміння того, як побудований навколишній світ, природа, Всесвіт. У процесі навчання фізиці у ВНЗ передбачається більший, ніж у середній школі, ступінь абстрагування, формалізації, узагальнення, виявлення спільних рис у різних фізичних законах та явищах. Засвоєння понятійного апарату і законів фізики виробляє у студентів фізичний стиль мислення, сприяє оволодінню сучасними методами наукових досліджень. Усі перелічені складові процесу навчання фізиці дозволяють усвідомити глибокий зміст тези, що "фізика є фундаментальною наукою".

Але сучасний інженер повинен вміти поєднувати фундаментальні знання із професійно-технічними, тобто застосувати теоретичні знання на практиці. Цього вимагають реалії розвитку сьогоденного суспільства: високий рівень впровадження новітніх технологій, підвищення темпу життя, швидкі зміни профілю діяльності та напрямів реалізації технічної та маркетингової політики підприємств.

Отже, важливою для практичних завдань підготовки сучасних спеціалістів є постановка проблеми поєднання теоретичної і практичної компонентів знань. В даній роботі ця проблема розв'язується стосовно методики фізики, як однієї з фундаментальних дисциплін для підготовки інженерних спеціалістів.

В попередніх роботах автора [2, 3] досліджувалися міжпредметні зв'язки фізики з окремими компонентами курсів електротехніки і теорії кіл. Зрозуміло, що для встановлення щільної взаємодії цих та інших загальнотехнічних курсів із курсом загальної фізики необхідно поширити коло дотику і взаємодії цих курсів. Зокрема, цікавим і практично важливим є дослідження міжпредметних зв'язків фізики з іншими дисциплінами через означення і розкриття фізичного змісту понять "принцип суперпозиції", "лінійні системи", "нелінійні системи", "лінійні і нелінійні середовища" та ін. Ця проблема важлива для вдосконалення змісту курсу фізики і в середній школі, і, особливо, – у ВНЗ з метою забезпечення неперервної підготовки інженерних спеціалістів.

Як показує педагогічний досвід, знання учнів шкіль та студентів перших курсів вищих навчальних закладів з наведених вище питань є неглибокими і несистематизованими. З метою покращення фізичних знань, розкриття фізичного змісту понять "принцип суперпозиції", "лінійні системи", "нелінійні системи", "лінійні і нелінійні середовища" у даній роботі поставлено і частково розв'язане наступне завдання: виробити рекомендації щодо вдосконалення структури і розширення змісту професійної компоненти курсу фізики (як для середніх шкіл, так і для вищих навчальних закладів) стосовно розділів "Механіка", "Механічні коливання", "Електричні коливання", "Змінний струм", "Оптика" та ін.

Основні новачки щодо підсилення професійної спрямованості вказаних тем курсу фізики знайшли своє часткове відображення у роботах [2-4], але залишилося невирішеними багато окремих питань. Зокрема, невирішеною раніше частиною загальної проблеми збереження цілісності і єдності курсу загальної фізики у ВНЗ є вироблення загального підходу до вивчення понять "принцип суперпозиції", "лінійні системи", "нелінійні системи", "лінійні і нелінійні середовища" тощо.

Основні результати дослідження. Аналіз навчальної літератури з фізики свідчить, що у підручниках і посібниках принцип суперпозиції формулюється стосовно векторів напруженості електричного поля \vec{E} і індукції магнітного поля \vec{B} у відповідних розділах курсу [5]. Наприклад, у розділі "Електростатика" зазначається, що "напруженість електричного поля, створеного системою точкових зарядів у даній точці дорівнює векторній сумі напруженості полів, створених у цій точці кожним зарядом окремо: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$ ". Як правило, наводяться приклади визначення за принципом суперпозиції напруженості поля, утвореного двома електричними зарядами. Але не завжди зазначається, що вказаний принцип справедливий і для іншої, скалярної характеристики електричного поля – потенціалу. Інколи не згадується, що принцип суперпозиції застосовний також для магнітної індукції (вектора \vec{B}) [6]. Зовсім не згадується принцип суперпозиції під час вивчення механіки, оптики, інших розділів фізики, хоча на наш погляд це треба робити вже на початку вивчення динаміки (див., наприклад, [7, с.49]).

Узагальнене означення принципу суперпозиції (принципу накладання) дає фізичний словник [8]. Суть цього означення наступна: принцип суперпозиції є припущенням, ідеєю, яка полягає у тому, що адитивність (можливість додавання) причин викликає адитивність наслідків. Інакше кажучи, принцип суперпозиції стверджує: результат одночасного впливу на даний об'єкт кількох об'єктів може бути обчислений як

сума результатів впливу кожного з них окремо, за умови, що останні взаємно не впливають один на одного.

Принцип суперпозиції дозволяє проводити аналіз будь-яких складних збуджених діянь на досліджувану фізичну систему. Такі складні (тобто складені з кількох простих) діяння на дану систему зовнішніх тіл чи полів за принципом суперпозиції можуть бути подані як сума ефектів, викликаних кожним діянням окремо.

Принцип суперпозиції строго застосовний до систем, поведінка яких описується лінійними співвідношеннями (т. зв. лінійні системи, див. далі). Принцип суперпозиції відіграє велику роль в механіці, електродинаміці, теорії коливань, теорії електричних кіл та інших розділах фізики і техніки.

Наприклад, у механіці прискорення матеріальної точки, що випробує одночасно діяння кількох зовнішніх тіл (сил), можна обчислити, знайшовши спочатку рівнодійну всіх сил як їхню векторну суму, а потім за другим законом Ньютона знайти прискорення: 1) $\vec{F} = \sum \vec{F}_i$; 2) $\vec{a} = \vec{F}/m$. Але можна знайти "частинні" прискорення, спричинені кожною із сил окремо, а потім додати їх як вектори.

У механіці правило векторного додавання сил, тобто правило паралелограма, є наслідком експериментально встановленого принципу незалежності дії сил. За цим принципом дія кожної сили виявляється незалежною від інших дій. Принцип незалежності дії сил доповнює відомий з кінематики принцип незалежності рухів: якщо тіло бере участь одночасно у кількох рухах, то кожен з них відбувається незалежно від інших. Сукупність цих тверджень (принципу незалежності дії сил і принципу незалежності рухів) називають принципом суперпозиції (накладання) сил.

В електричному колі, що містить кілька джерел, силу струму в будь-якому проводі чи напругу між двома будь-якими точками в відповідності з принципом суперпозиції можна знайти як алгебраїчну суму "частинних" струмів чи напруги, які є результатом дії тільки одного джерела: $\varphi = \sum \varphi_i$, $u = \sum u_i$.

В електростатичі принцип суперпозиції можна виразити наступним твердженням: напруженість електричного поля, створеного системою точкових зарядів у даній точці, дорівнює векторній сумі напруженостей полів, створених у цій точці кожним зарядом окремо:

$\vec{E} = \sum \vec{E}_i$, а потенціал результуючого поля у цій точці дорівнює алгебраїчній сумі потенціалів, створених у цій точці кожним зарядом: $\varphi = \sum \varphi_i$. Аналогічно в магнітостатичі справедливий принцип суперпозиції магнітних полів: магнітна індукція \vec{B} результуючого поля, створеного системою постійних струмів або рухомих зарядів, дорівнює векторній сумі магнітних індукцій \vec{B}_i полів, створених кожним окремим i -тим струмом або рухомих зарядом: $\vec{B} = \sum \vec{B}_i$.

В електродинаміці принцип суперпозиції полягає в наступному. Припустимо, що деякому розподілу зарядів і струмів у просторі відповідає електромагнітне поле, описуване векторами \vec{E}_1 і \vec{H}_1 , а іншому розподілу – векторами \vec{E}_2 і \vec{H}_2 . Тоді спільному розподілу цих зарядів і струмів відповідає електромагнітне поле, описуване векторами $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ і $\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2$. У класичній електродинаміці для електромагнітного поля у вакуумі принцип суперпозиції поширюється на будь-яке число полів, що накладаються.

Як узагальнення вище сказаного можна сформулювати принцип суперпозиції стосовно електромагнітних хвиль: якщо в одному середовищі одночасно поширюються кілька хвиль, що описуються скалярними ($\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$) і векторними ($\vec{A}_1, \vec{A}_2, \dots, \vec{A}_n$) потенціалами, то результуюча хвиля матиме потенціали φ і \vec{A} ,

котрі дорівнюють сумі відповідних потенціалів складових хвиль: $\varphi = \Sigma\varphi_i$, $\vec{A} = \Sigma\vec{A}_i$. При цьому кожна хвиля поширюється в певному середовищі незалежно від інших. Принцип суперпозиції стосується як акустичних, так і електромагнітних хвиль, але він справедливий тільки доти, доки швидкість хвиль не залежить інтенсивності їх, доки середовище залишається "лінійним" (див. *Лінійне середовище*). Окремим випадком суперпозиції хвиль є їх інтерференція.

Зазначимо, що в теорії класичних полів і в квантовій теорії принцип суперпозиції виражає положення, згідно якому суперпозиція (тобто результат додавання, накладання один на одного) будь-яких припустимих в даних умовах станів фізичної системи (або можливих процесів у ній) є також припустимим станом (або відповідно можливим процесом).

Так, класичне електромагнітне поле в вакуумі задовольняє принцип суперпозиції: сума будь-якої кількості полів, що фізично реалізуються також електромагнітне поле, що фізично реалізується. У силу принципу суперпозиції електромагнітне поле, створене сукупністю електричних зарядів і струмів дорівнює сумі полів, створюваних цими зарядами і струмами окремо.

У класичній фізиці принцип суперпозиції – *наближений принцип*, що випливає з лінійності рівнянь руху відповідних фізичних систем (що зазвичай є задовільним наближенням для опису реальних систем) [8]. Пояснимо це твердження на прикладі коливальних рухів пружинного маятника і електричного коливального контуру.

У першому випадку (пружинний маятник) рівняння руху має вигляд $F_x = ma_x$, де сила прямо пропорційна зміщенню: $F_x = -kx$, отже, $-kx = ma_x$. Враховуючи, що проекція прискорення дорівнює другій похідній від координати за часом, тобто $a_x = x''$, дістаємо

$$-kx = mx'' \quad (1)$$

За умови, що для реальної коливальної системи пружна сила підкоряється закону Гука ($F_x = -kx$), а також за умови, що параметри системи k і m є сталими, рівняння (1) є *лінійним диференціальним рівнянням* відносно функції $x = x(t)$, а розглядувана коливальна система – *лінійною системою*.

У другому випадку (коливальний контур) відповідним рівнянням руху системи є рівняння, що виражає друге правило Кірхгофа:

$$U_C = E, \quad (2)$$

де U_C – напруга на конденсаторі, прямо пропорційна заряду q : $U_C = q/C$ (C – електроємність контуру), E – ЕРС самоіндукції у котушці контуру ($E = -Li'$, де L – індуктивність, i' – похідна сили струму в контурі за часом). Підставивши у рівняння (2) вирази для U_C і E , матимемо:

$$\frac{q}{C} = -Li'$$

Враховуючи, що сила струму є похідною від заряду за часом $i = q'$, дістаємо

$$\frac{q}{C} = -Lq'' \quad (3)$$

Для реального коливального контуру умови $U_C \sim q$ і $E \sim i'$, звісно, є *наближеними* і виконуються з більшою чи меншою точністю, так само, як і умови $C = \text{const}$ і $L = \text{const}$. Якщо вважати, що дійсно ці умови виконуються, тоді рівняння (3) є *лінійним* диференціальним рівнянням, а розглядувана коливальна система – *лінійною системою*.

Наведені приклади доводять, що принцип суперпозиції в класичній фізиці формулюється для моделей, які є певним ідеалізованим наближенням реальних систем. Іншими словами, *принцип суперпозиції в класичній фізиці не є фундаментальним і універсальним*. Так, зокрема, принцип суперпозиції не виконується для макроскопічного електромагнітного поля в речовині, оскільки діелектрична і магнітна проникність у зага-

льному випадку залежать від зовнішнього поля (сегнетоелектрики, феромагнетики та ін.).

На відміну від класичної фізики, де принцип суперпозиції носить наближений характер, у квантовій механіці цей принцип є фундаментальним, одним з основних постулатів, що визначає разом із принципом невизначеності математичний апарат теорії. Із принципу суперпозиції випливає, що стани квантовомеханічної системи повинні характеризуватися хвильовими функціями, що оператори фізичних величин мають бути лійнйними і т.д. Принцип суперпозиції стверджує, що якщо квантово-механічна система може знаходитися у станах, що описуються хвильовими функціями $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n$, то фізично припустимою буде також суперпозиція цих станів, тобто стан, що описується хвильовою функцією:

$$\Psi = c_1\Psi_1 + c_2\Psi_2 + \dots + c_n\Psi_n,$$

де c_1, c_2, \dots, c_n – довільні комплексні числа; при цьому квадрати модулів коефіцієнтів у розкладі мають смисл ймовірностей виявити на досліді відповідні значення цієї величини.

Принцип суперпозиції в квантовій механіці виражає хвильову природу мікрочастинок.

Розглянемо тепер зміст поняття "лінійні системи" та "лінійні середовища".

Лінійні системи – це системи, рухи в яких задовольняють принципу суперпозиції і описуються лійнйними диференціальними рівняннями. Параметри лінійної системи, які характеризують суттєві для даного процесу властивості системи, не змінюються у ході процесу. Іншими словами, *параметри лінійної системи не залежать від змінних величин, що характеризують її стан, а самі змінні величини задовольняють принципу суперпозиції*.

Прикладом лінійної системи є механічна коливальна система, маса, пружність і коефіцієнт тертя якої не змінюються у процесі коливань. Лінійною системою є також, наприклад, електричний коливальний контур з незмінними індуктивністю, ємністю та активним електричним опором. У такому контурі відбуваються коливання струму i , напруги u , напруженості електричного \vec{E} і індукції магнітного \vec{B} полів, отже, ці величини є змінними (змінюються з часом). Застосовність для такої лінійної системи принципу суперпозиції означає наступне. У разі, наприклад, підключення до контуру ще одного джерела у кожний момент часу будуть виконуватися рівності $i = i_1 + i_2$, $u = u_1 + u_2$, $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$, $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$.

Якщо параметри системи залежать від змінних величин, що характеризують її стан, вона називається *нелінійною системою*. Узагалі кажучи, всі реальні системи є нелійнйними. Лінійна система завжди є ідеалізацією реальної системи. Спрощення можуть відноситися як до параметрів, що характеризують систему, так і до руху в ній. Наприклад, під час руху зарядженої частинки в потенціальній ямі система лінійна у випадку, якщо яма параболічна і рух нерелятивістський, тобто коли маса частинки не залежить від швидкості.

До лінійних систем відносяться усі види суцільних середовищ (газ, рідина, тверде тіло, плазма) під час поширень у них хвильових збурень малої амплітуди. У цьому випадку параметри, що характеризують ці середовища (густина, пружність, провідність, діелектрична і магнітна проникність і т.д.), можна вважати незмінними, які не залежать від амплітуд хвиль. Вказані лінійні системи називають *лійнйними середовищами*. Лінійне середовище – це середовище, для якого між величинами, що характеризують зовнішні дії на середовище, і відповідними змінами його стану існує пряма пропорційна залежність. Приклад лінійного середовища: механічне суцільне середовище, у якому виконується *закон Гука*, діелектрик, *діелектрична проникність* якого не залежить від напруженості електричного поля; магнетик, *магнітна проникність* якого не залежить від на-

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

Спрошення 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 міждисциплінарних 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., Луцук 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