

С.М. Пастушенко,
кандидат фізико-математичних наук, доцент
(Національний авіаційний університет, м. Київ)

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛИВАНЬ У КУРСІ ФІЗИКИ

Розглянуто деякі аспекти методики вивчення коливальних процесів у середній школі та вищому навчальному закладі. З'ясовано, що ефективність вивчення фізики у вищому навчальному закладі пов'язана із дотриманням принципу наступності у вивченні фізики від середнього до вищого навчального закладу. Наведено приклади встановлення внутрішньопредметних та міжпредметних зв'язків у фізиці коливань, а також методичні рекомендації до розв'язування задач із теми "Електричні коливання".

Метою даного дослідження є вдосконалення змісту викладу в курсі загальної фізики питань, пов'язаних із вивченням електричних коливань. Важливість вивчення цієї теми обумовлена як внутрішньопредметними, так і міжпредметними (міждисциплінарними) зв'язками, що існують у курсі фізики.

Беззаперечною для теперішнього часу є теза про неперервність професійної освіти. Постановка задачі про підвищення рівня професійних знань сучасного спеціаліста тісно пов'язана із необхідністю вже в середній школі впроваджувати поєднання теоретичних і практичних компонентів навчання.

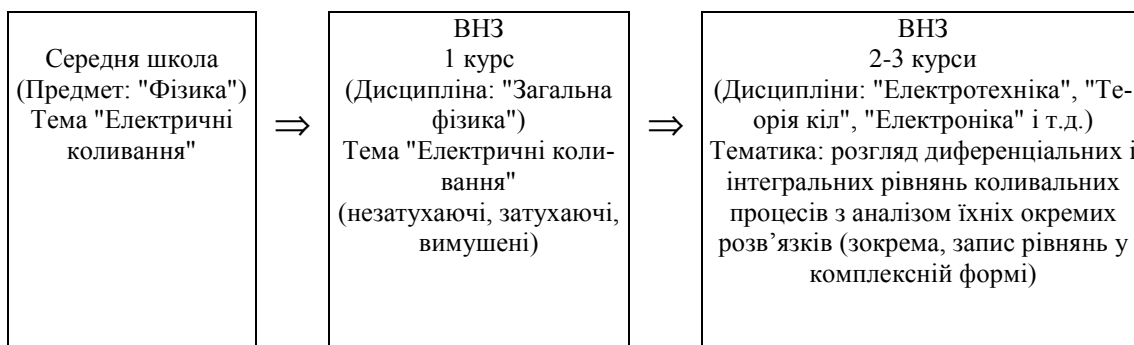
Отже, важливою для практичних завдань підготовки сучасних спеціалістів є постановка проблеми поєднання теоретичних і практичних компонентів знань. У даній роботі така проблема розв'язується стосовно методики викладу фізики, як однієї з фундаментальних дисциплін для підготовки спеціалістів-техніків і спеціалістів-інженерів, робота яких пов'язана із радіотехнікою, електротехнікою тощо. Зрозуміло, що для встановлення щільної взаємодії цих та інших загальнотехнічних курсів із курсом загальної фізики необхідно поширити коло дотику та взаємодії цих курсів. Зокрема, цікавим і практично важливим є дослідження міжпредметних зв'язків (МПЗ) фізики із загальнотехнічними та професійно орієнтованими дисциплінами в такому важливому розділі фізики, як електричні коливання. Ця проблема важлива як для вдосконалення змісту курсу фізики в середній школі, так і для викладу курсу загальної фізики у вищому навчальному закладі (надалі – ВНЗ).

Відомо, що знання з фізики є базовими для відповідних спеціальних дисциплін. Зокрема, на знаннях, здобутих у середній школі під час вивчення тем "Електричні коливання", "Змінний струм", побудовано багато спецкурсів з електро- і радіотехніки для ВНЗ I і II рівнів акредитації - коледжів, технічних училищ, технікумів.

Якщо ж розглядати навчальний процес у ВНЗ III-IV рівнів акредитації (інститути, академії, університети), то в цьому разі між шкільним курсом фізики і професійно орієнтованими дисциплінами виникає важливий проміжний елемент навчального процесу – здобуття фізичних знань у курсі загальної фізики на 1-2-му курсах технічного університету. Тому важливою метою забезпечення неперервності навчання у процесі підготовки спеціалістів є встановлення тісних зв'язків елементів фізичних знань між школою та ВНЗ, як це показано у табл. 1.

Таблиця 1

Послідовність вивчення коливальних процесів у середній школі та вищих навчальних закладах



Таким чином, метою даного дослідження є створення нових елементів знань і вдосконалення професійного компонента у змісті курсу фізики відповідно до тем "Електричні коливання", "Змінний струм".

У даній роботі поставлене і частково розв'язане наступне завдання: виробити рекомендації щодо вдосконалення структури і розширення змісту професійного компонента курсу фізики (як для середніх шкіл, так і для вищих навчальних закладів) стосовно розділів "Електричні коливання" і "Змінний струм".

Основні новачі щодо підсилення професійної спрямованості вказаних тем курсу фізики знайшли своє часткове відображення у роботах [1–2], але залишилися невирішеними багато окремих питань щодо методики вивчення коливальних процесів. Серед них, зокрема, – питання розгляду експериментальних задач, побудованих на практичному дослідженні електричних коливань за допомогою електронного осцилографа; про це йтиметься далі.

Зупинимося більш детально на деяких питаннях розгляду коливальних процесів. Аналіз знань абітурієнтів та студентів перших курсів ВНЗ свідчить про слабкі знання щодо можливості експериментального вивчення електричних коливань та їхнього дослідження за допомогою електронного осцилографа. При цьому учні, знаючи принцип одержання зображення на екрані осцилографа, часто зовсім не розуміють можливості цього важли-

вого радіоелектронного приладу. Зокрема, дуже важким є розуміння принципу роботи осцилографа в режимі розгортки, особливо з'ясування особливостей руху електронного пучка в цьому режимі.

Для візуального спостереження процесів у електричних колах бажано мати зображення на екрані електронно-променевої трубки в прямокутній системі координат. Для цього в електронно-променевої трубці з електростатичним керуванням на одну пару відхиляючих пластин необхідно подати досліджувану напругу, а на іншу - напругу часової розгортки. Напруга розгортки повинна при цьому мати пилкоподібну форму.

Пилкоподібна розгортуюча напруга характеризується рядом параметрів, основні з них - час прямого й оберненого ходу, період розгортки, амплітуда напруги розгортки, коефіцієнт нелінійності розгортки. Вибір параметрів визначається призначенням трубки.

За час прямого ходу розгортки $t_{пр}$ напруга на розгортуючих пластинах зростає порівняно повільно від нуля до максимального значення $U_{рм}$ (рис.1,а). Під час зростання різниці потенціалів між пластинами промінь відхиляється від центра екрану до пластини з більш високим потенціалом і при напрузі $u_p = U_{рм}$ досягає краю екрану. За час зворотного ходу розгортки $t_{об}$ напруга розгортки u_p швидко спадає до нуля. Промінь повертається у центр екрану трубки.

Після закінчення оберненого ходу променю – в осцилографах відразу, а в індикаторах радіоелектронних станцій після деякої паузи (рис. 1, а і б) – починається новий прямий хід розгортки, і процес повторюється. Таким чином, електронний промінь багаторазово перетинає екран.

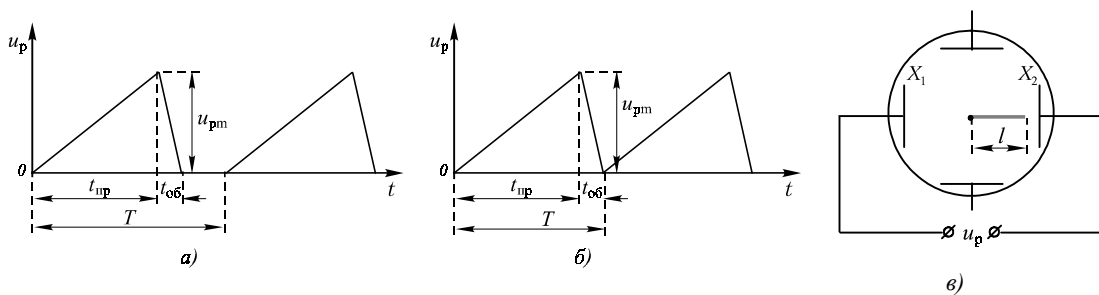


Рис.1.

За відсутності напруги на другій парі відхиляючих пластин промінь прокреслює пряму лінію. Лінія розгортки, по суті, є віссю часу, оскільки положення променя в кожній її точці відповідає певному інтервалу часу з моменту початку прямого ходу (на рис. 1, в) показана відстань l світної точки від центра екрану, що пропорційна часу t , за який ця відстань пройдена: $l \sim t$).

Найчастіше намагаються створити лінію розгортки з рівномірним масштабом. При використанні трубки в індикаторі дальності забезпечується рівномірний масштаб дальності, а при використанні в осцилографі - неспотворене зображення досліджуваного процесу.

За допомогою прикладів, що наведені нижче, можна закріпити знання з теорії електричних коливань та усвідомити, як можна спостерігати і досліджувати електричні коливання.

З а д а ч а. На рис. 2 і 3 наведені осцилограми змінного струму частотою 100 Гц. Чому дорівнює частота розгортки осцилографа в обох випадках? Як позбавитися подвійного зображення на рис. 3?

Р о з в ' я з у в а н н я. 1. З рисунка 2 випливає, що за одне проходження електронного променя по екрану осцилографа зліва направо відбуваються чотири повних коливання електричної напруги в досліджуваному колі, оскільки світна точка, яку дає електронний промінь на екрані, чотири рази опускається і чотири рази піднімається, здійснюючи коливання по вертикалі. Одночасно промінь рухається із деякою сталою швидкістю по горизонталі і за час T_p , рівний періоду розгортки, один раз проходить по екрану зліва направо. Інакше кажучи, період коливань розгортки у 4 рази більший від періоду коливань змінного струму: $\frac{T_p}{T} = 4$. Оскільки частота

$\nu = \frac{1}{T}$, то частота коливань розгортки в 4 рази менша від частоти змінного струму: $\nu_p = \frac{\nu}{4} = 25$ Гц.

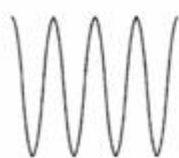


Рис. 2.

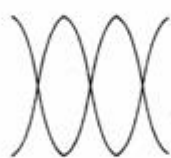


Рис. 3.

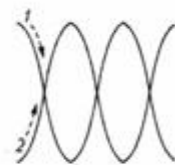


Рис. 4.

2. Тепер розглянемо осцилограму, зображену на рис. 3. Бачимо, що $T_p/T = 1,5$, тобто період розгортки в 1,5 рази більший від періоду коливань змінного струму. Отже, частота розгортки в 1,5 рази менша;

$$\nu_p = \frac{\nu}{1,5} = 66,7 \text{ Гц.}$$

Причиною подвійного зображення на рис. 3 є те, що частота коливань змінного струму не є кратною частоті розгортки. Припустимо, що у момент початку першого коливання електронний промінь потрапляє у лівий верхній кут екрана і далі здійснює рух по кривій 1 (рис.4). За одне проходження променя по екрану в горизонтальному напрямі зліва направо відбувається 1,5 повного коливання змінного струму, тому наприкінці першого періоду розгортки промінь опиняється у кінці кривої 1 у правому нижньому куті екрана і миттєво перестрибує у лівий нижній кут екрана. Протягом наступних 1,5 коливань струму промінь, рухаючись зліва направо, описує на екрані криву 2. Далі описані процеси повторюються: промінь знову описує на екрані криву 1, потім – криву 2, і так увесь час. Кожному непарному ходу розгортки відповідає осцилограма 1, кожному парному – осцилограма 2 (рис.4).

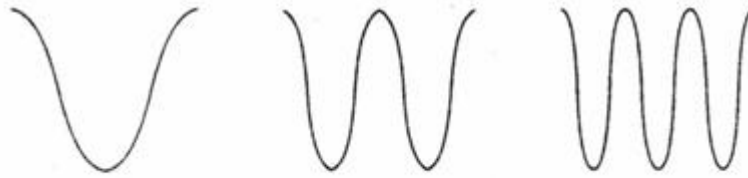


Рис. 5.

Рис. 6.

Рис. 7.

Регулятором частоти розгортки можна домогтися усунення подвійного зображення. Так, якщо частота розгортки буде дорівнювати 100 Гц, на екрані з'явиться одне повне коливання (рис. 5). При $\nu_p = 50$ Гц матимемо осцилограму таку, як на рис. 6, а при $\nu_p = 33,3$ Гц – таку, як на рис. 7.

Зазначимо, що такі задачі можна вважати експериментальними, бо після їх теоретичного розгляду такі осцилограми можна дістати на звичайному шкільному осцилографі. Такі задачі заохочують студентів до вивчення фізики, наочно показують її зв'язок із майбутньою спеціальністю, тому ми рекомендуємо під час вивчення електричних коливань розглядати наведені приклади і *обґрунтовуємо тим самим необхідність вміщення наведених вище часткових питань і доповнень до основного програмного матеріалу.*

Відзначимо такі *перспективи результатів застосування даної роботи* під час вивчення фізики у середній школі та у ВНЗ:

1. Окремі питання програми з фізики як у середній школі, так і у ВНЗ можуть бути доповнені під час розгляду тем "Електричні коливання" і "Змінний струм". При неможливості збільшити кількість навчальних годин, що відводяться для вивчення навчального матеріалу (в силу обмеженості програми в годинах), доповнення до програмного матеріалу можуть розглядатися у практикумі з розв'язування задач або у лабораторному практикумі.

2. Під час вивчення фізики у технічних університетах (зокрема для тих, кого навчають за робочими програмами підготовки бакалаврів з радіоелектроніки) можливим є винесення вказаних розділів програми до факультативних курсів або до годин, відведених на самостійну роботу студентів.

3. Структурні програмні блоки з фізики можна деформувати, як розширюючи, так і зменшуючи програмний матеріал, зберігаючи при цьому цілісність курсу фізики, його логічну послідовність і узгодженість його окремих розділів, одночасно з цим підвищуючи професійну спрямованість, заохочуючи учнів і студентів до опанування навчального матеріалу, внаслідок чого під час навчального процесу створюється атмосфера мотивації до навчання.

Із наведених методичних рекомендацій і прикладів можна зробити *висновок* про те, що вивчення коливальних процесів в курсі загальної фізики важливе з таких основних причин:

- По-перше, вивчення коливальних процесів різної фізичної природи дозволяє пов'язати між собою внутрішньопредметними зв'язками окремі розділи єдиного курсу фізики, такі, як "Кінематика та динаміка матеріальної точки та твердого тіла", "Електрика і магнетизм. Електричне й магнітне поле. Електромагнітна індукція".

- По-друге, вивчення коливальних процесів важливе з причин різнобічних міждисциплінарних зв'язків між фізикою та загальнотехнічними і професійно орієнтованими дисциплінами. Встановлення таких зв'язків під час вивчення курсу фізики, зокрема під час вивчення основних теоретичних положень цієї науки і розв'язання фізичних задач, сприяє виробленню в студентів вміння виділити головне і відобразити у записах логічну послідовність власних міркувань.



1. 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" / Чернігівський держ. пед. ун-т ім. Т.Г.Шевченка. – Чернігів, 2002. – С. 12-17.

2. Пастушенко С. М. Розв'язуємо задачі з фізики: Навч. посібник для загальноосвіт. навч. закл.: Вип.3. Коливання і хвилі. Оптика. Квантова фізика. – К.: Діал, Абетка, 2002. - 188 с.

Пастушенко С.М. Изучение электрических колебаний в курсе физики.

Рассмотрены некоторые аспекты методики изучения колебательных процессов в курсе физики средней школы и вуза. Выяснено, что эффективность изучения физики в вузе связана с преемственностью в изучении физики от среднего до высшего учебного заведения. Приведены примеры установления внутрипредметных и межпредметных связей в физике колебаний, а также методические рекомендации к решению задач по теме "Электрические колебания".

Pastushenko S. Studying the Electrical Oscillations in the Course of Teaching Physics.

The article features certain aspects of the methods of studying the oscillation processes in teaching physics for secondary school and university students. This item leads to conclude that the efficiency of teaching physics for university students depends upon the continuity of teaching physics throughout school and university education. The article provides examples of interior and exterior relations as well as methodological suggestions to help students solve problems on the topic "Electrical oscillations".