

## ІННОВАЦІЙНА ПРИРОДА НАВЧАННЯ АБО НЕТРАДИЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ОПРАЦЮВАННЯ ТРАДИЦІЙНОЇ ТЕМИ

*У статті розглянуто феномен "інноватика" в контексті процесу творення, запровадження та поширення в освітній практиці нових ідей, засобів, педагогічних та управлінських технологій, у результаті яких підвищуються показники (рівні) досягнень структурних компонентів освіти, відбувається перехід системи до якісно іншого стану.*

*Акцентовано увагу на використанні інноваційних технологій під час викладання теми "Гармонічні коливання", що стосується додавання взаємно перпендикулярних коливань.*

**Ключові слова:** інноваційна педагогічна діяльність, процес навчання, гармонічні коливання, віртуальний експеримент, електрон.

**Постановка проблеми.** Продукування нових знань, створення нових технологій, способів та систем комунікацій, глобалізація соціальних зв'язків постійно оновлюють вимоги до процесу і результату взаємодії між вчителем і учнями (між викладачем і студентами), за яким останні оволодівають всіма компонентами змісту навчання, розвиваються і виховуються.

Оскільки "нове" в педагогічній теорії та практиці поняття відносне, то доцільно говорити про ознаки новизни у структурі і змісті. За В.В. Химинцем, це:

– нові освітні ідеї та дії, що раніше не були відомі (абсолютно нових оригінальних ідей надзвичайно мало);

– адаптивні, чи переоформлені новації під впливом нових ідей та дій, що набувають особливої популярності у відповідному середовищі (за відповідних умов) та у відповідний період часу;

– трансформовані педагогічні новації, що виникають у зв'язку з повторною постановкою мети за змінених умов.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У працях українських та зарубіжних педагогів (К. Ангеловські, І. Богданова, Л. Даниленко, І. Дичківська, О. Козлова, І. Коновальчук, О. Попова, Е. Роджерс, В. Сластьонін та ін.) розглянуто теоретико-методологічні й практичні засади педагогічної інноватики, сутність та структуру інноваційної педагогічної діяльності. Особливості розвитку інноваційних процесів в освіті, умови впровадження інноваційних технологій, процеси підвищення ефективності інноваційної діяльності набули розгляду в працях О. Дубасенюк, М. Кларіна, Л. Машкіної та ін. Закономірності функціонування інноваційних процесів та розвиток педагогічних систем висвітлено В. Паламарчуком, І. Підласим, А. Хуторським та іншими вченими.

**Метою статті** є розгляд освітньої інноватики в контексті діяльності вчителя (викладача) фізики та висвітлення нетрадиційних підходів до процесу навчання.

**Виклад основного матеріалу.** Процес творення, запровадження та поширення в освітній практиці нових ідей, засобів, педагогічних та управлінських технологій, у результаті яких підвищуються показники (рівні) досягнень структурних компонентів освіти, відбувається перехід системи до якісно іншого стану, тлумачимо як інноватику в освіті.

Результати наших попередніх досліджень дали змогу теоретично обґрунтувати та втілювати засади вдосконалення курсу загальної фізики [1, 2]. У них, зокрема, наголошують на тому, що навчальний експеримент має стати невіддільним компонентом інноваційних комплексних тем, які повинні охоплювати ключові поняття, закони, теорії фізики і взаємозв'язки між ними та є результатом системного врахування вимог дидактики і діалектики.

Стає очевидним, що вдосконалення курсу загальної фізики навряд чи можливе без активної праці над його модернізацією та оновленням, в т. ч. над пошуком нових способів та методів подання фізичних явищ та процесів, що в свою чергу пов'язане розробкою і виготовленням засобів для їх реалізації як реальних, так і віртуальних.

У цій статті ми спочатку зупинимось на окремих усталених підходах до навчання цієї теми, зміст матеріалу якої пов'язаний з коливальними процесами, зокрема додання взаємно перпендикулярних коливань з однаковими частотами. Про них можна судити по змісту навчального матеріалу висвітленому у низці посібників, наприклад [3,4].

Нижче опишемо як наші теоретичні міркування щодо засад удосконалення курсу загальної фізики можна враховувати під час модернізації навчання теми, яка пов'язана з додаванням коливань.

У контексті поданого зміст статті розкривається в наступних пунктах:

1. Недоліки у традиційному висвітленні теми "Додання взаємно перпендикулярних коливань".
2. Від коливань матеріальної точки (тіла) до коливань електрона в електричному полі.
3. Як активізувати навчання?
4. Опис віртуальної модельної установки та експерименту.

**1. Недоліки у традиційному висвітленні теми "Додавання взаємно перпендикулярних коливань".**

Традиційно, тему "Додавання взаємно перпендикулярних гармонічних коливань", у посібниках і підручниках курсу загальної фізики, починають описувати з наступного виразу: "Нехай матеріальна точка  $C$  одночасно бере участь у двох гармонічних коливаннях з однаковими періодами  $T$  у двох взаємно перпендикулярних напрямках..." [3], або "Розглянемо випадок, коли тіло одночасно бере участь у двох взаємно перпендикулярних коливаннях..." [4].

Далі, отримують математичну модель досліджуваного явища та застосовують її для аналізу окремих простих випадків коливальних рухів. А у лабораторному практикумі, достовірність отриманих результатів унаочнюють отримуючи "фігури Ліссажу".

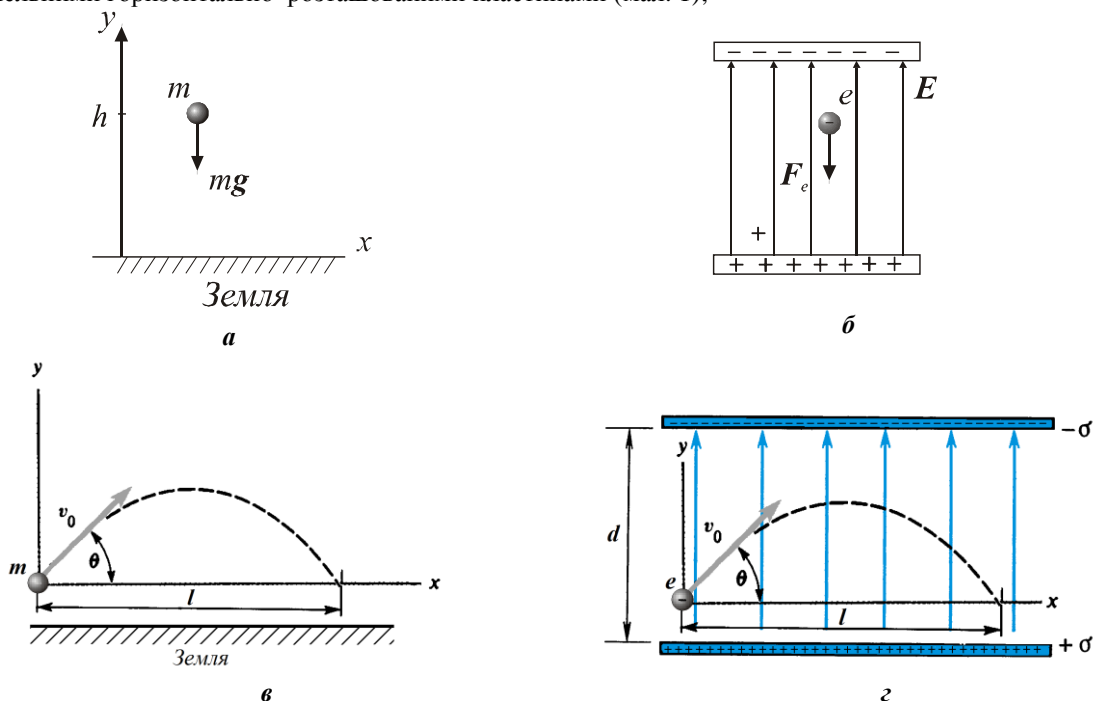
Виникають запитання: "Чи не занадто абстрактним та й консервативним є навчання, побудоване на дослідженні поведінки "матеріальної точки"?"

Все ж таки у більшості пересічних студентів та школярів старших класів переважаючим є предметне мислення, а не абстрактне. А навчальний матеріал, потрібно формувати так, щоб у ньому демонструвався взаємозв'язок між поняттями різних розділів курсу фізики. Тільки такий підхід стане запорукою застосування принципу фундаменталізації та інтеграції знань, без реалізації якого неможливий перехід на засади сучасної гуманістичної парадигми.

Крім того, результати наших досліджень свідчать, що якісного навчання теми легше досягнути застосовуючи можливості нових інформаційних технологій, звичних для сучасного студента та школяра старших класів.

У контексті поданого, пропонуємо розпочати вивчення теми "Додавання взаємно перпендикулярних гармонічних коливань" не з аналізу уявних рухів матеріальної точки а розглянувши в ролі коливального тіла "електрон". На нашу думку навчання побудоване на аналізі коливальних рухів електрона, матиме низку переваг. Це впливає з наступного:

- по-перше, електрон наближено можна вважати матеріальною точкою (його розміри порядку  $1 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ );
- по-друге, є реальна можливість продемонструвати результат дії на нього електричних сил і таким чином підкреслити на єдності цього типу коливань з електромагнетизмом;
- по-третє, електрон – це одна з фундаментальних "цеглинок" Всесвіту;
- по-четверте, дає змогу акцентувати на аналогії між рухом тіла масою  $m$  у гравітаційному полі біля поверхні Землі та рухом електрона  $e$  в однорідному електричному полі створеному між плоскими паралельними горизонтально розташованими пластинами (мал. 1);



**Мал. 1. Аналогія у рухах в силових полях:**

- (а) Тіло масою  $m$  вільно падає у гравітаційному полі Землі; (б) Рух електрона  $e$  в однорідному електричному полі; (в) Траєкторія тіла кинутого під кутом до горизонту; (г) Траєкторія руху електрона, який з вилетів з швидкістю  $v_0$  під кутом  $\theta$  з позитивно зарядженої обкладки конденсатора

– по-п'яте, дає змогу продемонструвати, що додавання взаємно перпендикулярних коливань може бути спричинено дією на електрон двох взаємно перпендикулярних гармонічних електричних сил однакової частоти.

Зважаючи на подане зміст теми доцільно почати розгортати з висвітлення руху електрона у змінному електричному полі.

**2. Від коливань матеріальної точки (тіла) до коливань електрона в електричному полі**

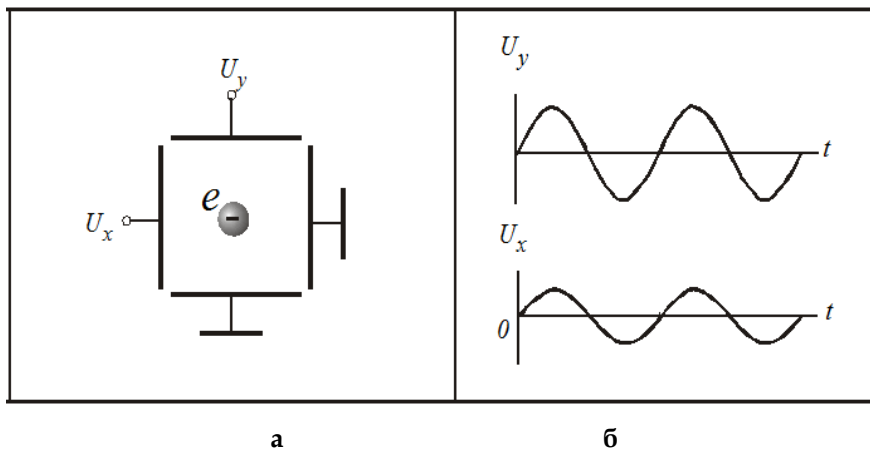
Уявіть собі, що електрон зі швидкістю швидкість  $v$  влітає паралельно осі симетрії системи вертикально та горизонтально відхиляючими пластинами двох плоских конденсаторів (мал. 2,б) (Зауважимо, що ця вісь є перпендикулярною до площини малюнка).

У разі прикладання напруги до пластин конденсатора, (мал. 2) електрон почне рухатися в горизонтальному та вертикальному напрямках. З цими напрямками можна пов'язати прямокутну систему координат  $xOy$ , розташувавши початок координат в центрі симетрії системи відхилення.

Нехай, в момент часу  $t = 0$  електрон попадає в центр симетрії цієї системи пластин, а напруга на них змінюється за гармонічним законом:

$$V_x = V_{0x} \sin \omega t \quad (1); \quad V_y = V_{0y} \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (2)$$

де  $V_{0x}$ ,  $V_{0y}$ , – амплітуда коливань напруги на пластинах,  $t$  – час,  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  – циклічна частота,  $T$  – період коливань,  $\varphi_0 = \frac{2\pi}{T}t_0$  – початкова фаза,  $t_0$  – час, що задає початкову фазу.



**Мал. 2. (а) Електрон, який з постійною швидкістю рухається вздовж осі симетрії системи двох взаємно перпендикулярних пластин, в момент часу в центрі її симетрії (б) на пластини подається синусоїдальна напруга**

У такому разі між пластинами виникне електричне поле, напруженість якого  $E = V / d$ , де  $d$  – відстань між пластинами, пов'язана з силами  $F_x$  і  $F_y$ , які, діятимуть на електрон, співвідношеннями:

$$F_x = \frac{eV_{0x}}{d} \sin \omega t \quad (3); \quad F_y = \frac{eV_{0y}}{d} \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (4), \quad \text{прискорення електронна відповідно:}$$

$$a_x = \frac{eV_{0x}}{md} \sin \omega t \quad (5), \quad a_y = \frac{eV_{0y}}{md} \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (6).$$

Враховуючи, що прискорення  $a$  з переміщенням  $x$  пов'язує вираз  $a = \frac{d^2x}{dt^2}$ , після інтегрування, отримаємо залежність зміщення  $x = f(t)$ ;  $y = f(t)$ :

$$x = -\frac{eV_{0x}}{md} \omega^2 \sin \omega t \quad \text{або} \quad x = A_1 \sin \omega t \quad (7); \quad y = -\frac{eV_{0y}}{md} \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) \quad \text{або} \quad y = A_2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

(8), де  $A_1 = \frac{eV_{0x}}{md} \omega^2$ ,  $A_2 = \frac{eV_{0y}}{md} \omega^2$  – амплітуда коливань.

Отже, з поданого випливає:

– по-перше – якщо електрон одночасно бере участь у двох взаємно перпендикулярних коливаннях з однаковими періодами  $T$ , а зміщення вздовж осей  $Ox$  і  $Oy$  дорівнює відповідно  $x$  і  $y$ , то щоб знайти положення електрона в будь-який момент часу  $t$ , треба для цього моменту часу знайти його зміщення  $x$  та  $y$  і побудувати на них прямокутник. Кінець діагоналі прямокутника визначить положення електрона в момент часу  $t$ , а відрізок  $OC$  – результуюче зміщення;

– по-друге – зважаючи на періодичність коливань, зрозуміло, що змінюючи час  $t$  від  $0$  до  $T$ , отримаємо ряд точок, та з'єднавши їх лінією, отримаємо траєкторію руху електрона, яка в залежності від початкової фази  $\varphi_0$  ( $\varphi_0 = \frac{2\pi}{T}t_0$ , де  $t_0$  – час, що задає початкову фазу), описуватиме певні геометричні фігури. У певних випадках це може бути пряма, коло та еліпс.

Вочевидь, описаний вище спосіб отримання результату додавання коливань не є надто рутинним та складним.

Тоді, як доступно наочно і науково подати це?

Нагадаємо, що традиційно, спочатку отримують математичну модель досліджуваного явища та обговорюють кілька простих випадків, що описують пряму, коло та еліпс, осі якого співпадають з осями координат)

А зараз ми перейдемо до нашого бачення розгортання процесу навчання теми.

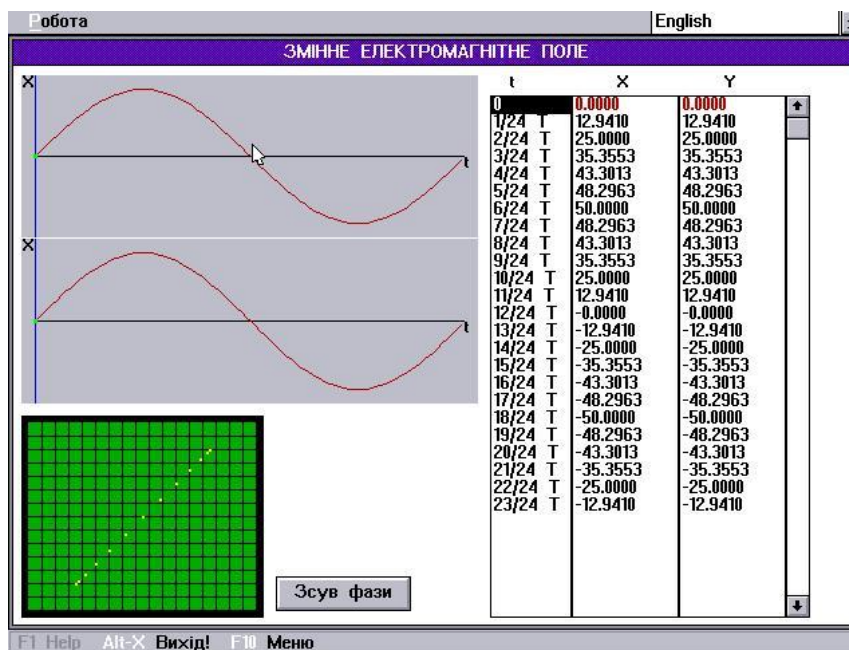
### 3. Як активізувати навчання теми

До цього моменту роль студента в навчанні цієї теми обмежується пасивним спогляданням за інформацією, яку подає викладач, або самостійним читанням матеріалів, що стосуються теми у підручниках і посібниках.

Ми пропонуємо активізувати процес навчання, зробити студента активним учасником цього процесу. Ми вважаємо, що для реалізації цього потрібно математичний формалізм унаочнити у віртуальному модельному числовому експерименті. Студент має мати змогу задавати коливальні рухи та "бачити" на екрані дисплею не тільки їх загальний вигляд, отримати конкретні числові залежності зміщення електрона  $x$  та  $y$  від часу  $t$ , але наочний результат додавання, тобто траєкторію руху електрона.

Для цього було розроблено навчальну комп'ютерну програму: "Гармонічні коливання".

Вона дає змогу реалізувати два завдання, одне з яких стосується додавання взаємно перпендикулярних коливань. Студенти виконують завдання на віртуальних модельних установках, в основі яких лежить числовий експеримент. Про окремі елементи навчальної програми, зокрема, протікання експерименту, можна судити по скріншоту екрану, який подано на мал. 3. Розглянемо її окремі елементи.



Мал. 3. Скріншот екрану навчальної комп'ютерної програми "Додавання взаємно перпендикулярних коливань"

#### 4. Опис віртуальної модельної установки та експерименту

Нехай потік електронів рухається вздовж осі симетрії.

**Перше.** У лівому нижньому кутку заставки подано екран електронно-променевої трубки (ЕПТ). Електрони вирвані з катоду прискорюються та фокусуються і рухаються вздовж її осі симетрії  $z$  до екрану. Перш ніж потрапити на екран вони проходять через систему взаємно перпендикулярних пластин. У разі відсутності напруги на пластинах, електрони потраплятимуть у центр екрану ЕПТ.

Отже світла точка в центрі екрану на мал. 3, це місце потрапляння електронів у разі відсутності напруги між пластинами. Нехай вона є центром декартової системи координат  $xOy$ , розташованої у площині екрану. Зауважимо, що на мал. 3 вона не показана.

**Друге.** У верхньому лівому кутку мал. 3 подано графіки коливань напруги прикладеної до обох пар пластин:  $V_x = V_{0x} \sin \omega t$  (9);  $V_y = V_{0y} \sin(\omega t + \varphi_0)$  (10). У разі, якщо початкова фаза  $\varphi_0 = 0$ .

**Третє.** У вікні, у центрі мал. 3, задають зсув фаз кратним  $\varphi_0 = \frac{T}{24}k$ , де  $k$  – стала. Вона задає початкову фазу коливань, і може приймати одне із 24 значень: ( $k = 0, 1, 2, 3, \dots, 24$ ).  
 $V = V_2 \sin \frac{2\pi}{T} \left( t + \frac{T}{24}k \right)$  (11).

**Четверте.** На правій стороні заставки (мал. 3) у таблиці, подано графіки зміщення електрона за один період вздовж горизонтальної осі  $x$  та вертикальної –  $y$ :  $x = f(t)$  та  $y = f(t)$ , які викликані напругами (9), (10) прикладеними до пластин. Зміщення взято за проміжки часу  $t = \frac{T}{24}n$ , де  $n = 0, 1, 2, 3, \dots, 24$ . Амплітуда коливань взята рівною 1. У такому разі зміщення  $x$  та  $y$  які описуються рівняннями (7) та (8) матимуть вигляд:

$$x = A_1 \sin \frac{2\pi}{T} \frac{T}{24}n \quad (12); \quad y = A_2 \sin \frac{2\pi}{T} \left( \frac{T}{24}n + \frac{k}{24} \right) \quad (13).$$

Отже, результуюче коливання електрона залежатиме від зсуву фаз між ними.

Порядок виконання експерименту включає два пункти:

1. Клікнути мишкою по вікні "зсув фаз".
2. Ввести "зсув фаз", надавши  $k$  одного з цілих значень діапазону  $|0; 24|$ .
3. Перемалювати у зошит отриману на екрані криву.

**Висновки.** Запропонована нами побудова змісту навчання теми та його унаочнення у модельному комп'ютерному експерименті, сприяє засвоєнню навичок розуміння суті досліджуваних фізичних процесів.

У цьому аспекті слід виділити два чинники: з одного боку, через те, що запропонований нами числовий віртуальний експеримент організовується з допомогою математичних моделей процесу додавання коливань, тому він дає змогу прогнозувати характер їх протікання цього процесу за тих або інших початкових умов. З іншого – важливо й те, що керування модельною установкою з клавіатури комп'ютера під час проведення модельного комп'ютерного експерименту, створює відчуття реальності.

#### Використані джерела

1. Оришин Ю. М. Інновації в методиці навчання курсу загальної фізики як засадничий чинник її вдосконалення / Ю.М. Оришин // Зб. наук. праць Кам'янець-Поділ. держ. ун-ту. Сер. педагогічна. Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника в контексті сучасної освітньої парадигми. – 2006. – Вип. 12. – С. 150-152.
2. Оришин Ю. М. До питання про особливості розв'язання окремих проблем освіти з погляду сучасної гуманістичної парадигми / Ю.М. Оришин // Зб. наук. праць Кам'янець-Поділ. держ. ун-ту. Сер. педагогічна. – 2007. – Вип. 13. – С. 96-99.

3. Яворський Б.М. Курс фізики. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / Б.М. Яворський, А.А. Детлаф, Л.Б. Милковська, Г.П. Сергєєв. Навчальний посібник. – Київ : Вища школа. 1970. – С. 149–151.
4. Кучерук І.М. Загальний курс фізики. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навчальний посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик ; за ред. І. М. Кучерука. – К : Техніка, 1999. – С 217–219.
5. Оришин Ю.М. Теорія і практика вдосконалення курсу загальної фізики (сучасний навчальний експеримент) / Ю.М. Оришин / Монографія. – Львів : Видавничий дім "Панорама", 2003. – 264 с.
6. Савельєв І.В. Курс общей физики. – Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1970. – 511 с.
7. Химинець В.В. Інноваційна освітня діяльність / В.В. Химинець. – Ужгород : Інформаційно-видавничий центр ЗІППО, 2007. – 364 с.

*Oryshchyn Yu.M., Savosh V.O., Holub M.D.*

### INNOVATIVE NATURE OF TRAINING OR NON-CONVENTIONAL APPROACH TO CONVENTIONAL THEME PROCESSING

*The article deals with the phenomenon of "Innovation theory" in the context of the creation, implementation and dissemination of new ideas, tools, pedagogical and management technologies in educational practice, as a result of which the indicators (levels) of achievements of the structural components of education are increasing, transition to a qualitatively different state is a result as well.*

*Traditional approaches to the teaching theme "harmonic oscillations" are analyzed, its content is associated with oscillatory processes, including the addition of perpendicular oscillations with the same frequency.*

*An innovative approach to the teaching of this subject is proposed that is based on the use of an "electron" as an oscillatory body. It is demonstrated that training is built on the analysis of the vibrational motions of electron that has a number of advantages:*

- an electron, approximately – is a material point (its dimensions are of the order of  $10^{-10}$  m);*
- the result of the electric forces acting on it can be demonstrated and thus emphasize the unity of this type of oscillations with electromagnetism;*
- an electron is one of the fundamental "bricks" of the Universe;*
- it is possible to emphasize the analogy between the motion of a body of mass  $m$  in a gravitational field near the Earth's surface and the motion of an electron  $e$  in a uniform electric field created between flat parallel horizontally arranged plates;*
- it is possible to demonstrate that the addition of mutually perpendicular vibrations can be caused by the action on the electron of two mutually perpendicular harmonic electric forces of the same frequency.*

*To improve process of education you need to make the student an active participant in this process using a virtual model experiment. In the process of research, the student (pupil) has the ability to set the oscillatory movements and "see" not only their general view on the monitor and get specific numerical dependences of the electron  $x$  and  $y$  bias from  $t$  time, but also the visual result of addition, that is the trajectory of the electron movement. The proposed construction of the content of the training topic "Harmonic oscillations" and its illustrations in a model computer experiment, facilitates the assimilation of the skills of understanding the essence of the studied physical processes.*

**Key words:** *innovative pedagogical activity, process of education, harmonic oscillations, virtual experiment, electron.*

*Стаття надійшла до редакції 11.05.2017*