

## **Використання мультимедійних засобів під час вивчення теми «Механічні коливання та хвилі. Звук» майбутніми учителями хімії і біології**

**Анатолій Сільвейстр**, кандидат педагогічних наук, доцент, докторант кафедри теорії і методики навчання фізики та астрономії Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова.

*Анотація. В статті розглядається використання мультимедійних засобів під час вивчення теми «Механічні коливання та хвилі. Звук» майбутніми учителями хімії і біології. З'ясовано, що поєднання використання засобів мультимедіа і традиційних засобів навчання підвищує ефективність навчального процесу.*

*Ключові слова: мультимедійні засоби, педагогічні програмні засоби, майбутні учителі хімії і біології, фізика, електронний навчально-методичний комплекс.*

*Abstract. The article considers the use of multimedia tools in the study of the topic "Mechanical oscillations and waves. Sound" by future teachers of chemistry and biology. It has been found that the combination of multimedia and traditional teaching aids increases the efficiency of the learning process.*

*Key words: multimedia tools, pedagogical software, future teachers of chemistry and biology, physics, electronic educational and methodical complex.*

На сучасному етапі інформатизація є одним із засобів розвитку суспільства і підвищення його організованості, що ґрунтується насамперед на впровадженні засобів мультимедіа. Значення мультимедіа технологій велике – вони формують передній край науково-технічного прогресу, створюють інформаційний фундамент розвитку науки і всіх інших технологій. Головними, визначальними стимулами розвитку мультимедійної техніки, є соціально-економічні потреби суспільства, і саме зараз суспільство як ніколи зацікавлене в якомога швидшій інформатизації та комп'ютеризації всіх без винятку сфер діяльності. Процес інформатизації суспільства змінює традиційні погляди на перелік умінь і навичок, необхідних для соціальної адаптації [11, с. 168].

Як відомо, що застосування мультимедійних засобів, зокрема на заняттях з фізики може значно активізувати навчальний процес у ВНЗ. Тобто підвищити ефективність навчання студентів, покращити продуктивність праці викладачів та здійснити індивідуалізацію навчального процесу.

Якщо проаналізувати дослідження науковців та методистів, які займаються проблемами використання мультимедійної техніки у фізичній освіті, то можна стверджувати, що в їх роботах розглядаються питання викладання шкільного курсу фізики, загального та теоретичного курсу фізики у технічних, медичних, аграрних ВНЗ. Використання засобів мультимедіа на заняттях з фізики у педагогічних ВНЗ як правило обговорюється лише стосовно фізико-математичних факультетів (інститутів). Взагалі дуже рідко зустрічаються праці, у яких вивчаються питання впливу мультимедіа на підготовку з фізики майбутніх учителів хімії і біології та на формування у них відповідного рівня інформаційної культури.

Узагальнюючи досвід використання мультимедійних засобів у підготовці майбутніх учителів, окреслимо найбільш продуктивні функції їхнього використання в навчальному процесі [8]:

- мультимедіа зближують сферу освіти з реальним світом;
- підвищують пропускну здатність інформаційних каналів навчального процесу;
- вносять принципово нові пізнавальні засоби (обчислювальний експеримент, розв'язок задач);
- сприяють індивідуалізації навчального процесу зі збереженням його цілісності та контрольованості;
- стимулюють активність студентів.

Реалізація даних функцій можлива за умов технічного, програмного і методичного забезпечення навчального процесу, а сам викладач повинен достатньо невимушено й вільно володіти загальними навичками роботи з ними.

Програмне забезпечення має бути наповнене предметним змістом, стати для студентів засобом, який полегшує процес здобуття нових знань і вмінь. Сьогодні вже це не секрет, що у багатьох випадках викладання дисциплін доповнюється й удосконалюється за допомогою використання засобів мультимедіа [10].

Саме процес набуття знань, умінь і навичок, спираючись на теорію

поетапного формування знань як теоретичну основу його побудови, за своїм характером може бути індуктивним чи дедуктивним. Відповідно до обраного методу викладання матеріалу формується й технологічний цикл заняття, де головним регулюючим ресурсом є інформація, що відображає у той чи інший спосіб поняття курсу [13].

Одним із важливих завдань викладання загальної фізики у майбутніх учителів хімії і біології є ціленаправлене, поступове і логічно-послідовне формування системи наукових знань і понять, які будуть необхідними для подальшого вивчення ними спеціальних дисциплін.

Вивчення фізики у вищих навчальних закладах переслідує двояку мету [9, с. 3]:

1) розвивати кругозір студентів і сприяти розвитку у них матеріалістичного світорозуміння;

2) підготувати їх до свідомого вивчення суміжних з фізикою дисциплін.

Різкої межі між фізикою та іншими природничими науками провести не можна. Останнім часом виник ряд наук, що спеціально займаються застосуванням законів фізики в тій чи іншій галузі (фізична хімія, біофізика, молекулярна біологія та ін.). Зв'язок фізики з іншими науками носить двосторонній характер. У своєму розвитку фізика спирається на досягнення інших наук про природу, а досягнення фізики використовують багато природничих наук. Так, велике значення для розвитку біології і хімії має застосування фізичних теорій. Використовуючи фізичні теорії у даних дисциплінах, фізика в свою чергу ставить перед ними нові проблеми, без вирішення яких неможливо теоретично обґрунтувати існуючі біологічні і хімічні закономірності, і тим самим здійснювати вплив на їх подальший розвиток.

Поряд з такою можливістю даного курсу фізики для підготовки фахівців природничо-географічного профілю, на нього за навчальним планом виділяється дуже мала кількість годин. Загальний курс фізики на спеціальностях «хімія» (180 годин / 5 кредитів) і «біологія» (54 години / 1,5

кредити) вивчається за навчальним планом лише на першому курсі протягом першого семестру. Факультети даного профілю недостатньо забезпечені підручниками, посібниками та методичними рекомендаціями з курсу загальної фізики, яка відповідає їх напрямку підготовки. Також важливе значення при вивченні курсу фізики має врахування і психологічних особливостей студентів цього факультету.

Вище перераховані проблеми підводять до необхідності пошуку раціональних способів, методів та форм ефективного навчання курсу загальної фізики на природничо-географічному факультеті. При виборі форм організації навчального процесу треба враховувати, як зміст навчального матеріалу так і дидактичні завдання, які використовуються на занятті. Викладачі ставлять перед собою завдання збудити інтерес студентів до вивчення матеріалу, залучити їх до активної пізнавальної діяльності.

Встановлено, що матеріал засвоюється набагато краще та ефективніше, якщо він викладається в такій послідовності, як історично складалось формування основних положень. Теоретичні питання дисципліни сприймаються набагато ефективніше, якщо паралельно проводити хоча б конкретні демонстрації [5].

Проте, як вважає автор [3], не зайвим буде зазначити, що не існує «панацеї», або єдиного правильного, ефективного методу навчання, який приводить до зростання активності у навчанні. Навчальний процес складний за змістом, і кожен викладач обирає власні прийоми і методи викладання, користується власною методикою, а отже, досвід роботи та надбання одного викладача не можуть бути механічно перенесені до іншого.

Як відомо, у ВНЗ практикують такі види навчальних занять: лекції, практичні, лабораторні, семінарські та інші. Структура заняття будь-якого типу передбачає насамперед упорядкованість роботи викладача та студента, вона обумовлена логікою процесу навчання, його цілями та змістом. Враховуючи єдність логічного і психологічного, в структурі заняття виділяють такі основні моменти [14]:

- 1) підготовка студентів до активного сприймання навчального матеріалу;
- 2) первинне ознайомлення з навчальним матеріалом;
- 3) утворення в свідомості студентів нових понять;
- 4) їх поступове усвідомлення та засвоєння разом з основними теоретичними положеннями;
- 5) застосування одержаних знань;
- 6) вироблення навичок;
- 7) закріплення одержаних на занятті знань та навичок, їх поглиблення, узагальнення та систематизація;
- 8) контроль та самоконтроль у процесі навчання.

В методичному підході діяльність викладача пов'язана з навчанням і за підходом [17, с. 37] повинна містити такі складові:

- виклад змісту навчального матеріалу;
- керівництво діяльністю студентів;
- розвиток пізнавальних здібностей та інтересів;
- формування світогляду студентів;
- формування навичок і культури праці студентів;
- оцінка знань, умінь і навичок студентів.

Засвоєння фізичних знань, неможливе без активної діяльності студентів.

Діяльність студентів проявляється в учінні і формує такі складові процесу навчання [17, с. 37]:

- споглядальна (сприйняття, обдумування, розуміння);
- відтворювальна (повторення, закріплення навчального матеріалу);
- творча (застосування знань на практиці).

Організація навчальної діяльності майбутніх учителів хімії і біології повинна реалізуватися через зміст навчальної дисципліни фізики. Щодо змісту навчального матеріалу з фізики, то він повинен містити: факти, поняття, теорії, правила, закони, формули, закономірності та принципи. Зміст курсу загальної фізики повинен бути спрямований не лише на формування підготовки з фізики

майбутніх учителів хімії і біології, а й напрямлений на їх фахову підготовку. Ці підходи сьогодні можна реалізувати через використання сучасних засобів навчання.

В останній час важко уявити навчальний процес без застосування сучасних технологій. Тому широкого використання на заняттях отримали засоби мультимедіа. Вони дозволяють демонструвати на заняттях з курсу загальної фізики будь-які явища і процеси, особливо недоступні для безпосереднього спостереження (так званий уявний експеримент). Найбільший успіх забезпечується завдяки показу фрагментів динамічних моделей, відеороликів та фільмів. На таких заняттях студенти озброюються методологічними знаннями, формується у них методична культура, що в подальшому дозволить їм свої знання й уміння застосовувати при вивченні фахових дисциплін та у майбутній професії. Більш детально використання засобів мультимедіа на заняттях з фізики розглянемо на прикладі теми «Механічні коливання та хвилі. Звук».

Розроблений нами педагогічний програмний засіб (ППЗ) має вигляд, що відображений на рисунку 1. Головна сторінка даного ППЗ має таку структуру: інформацію про ППЗ та зміст ППЗ.

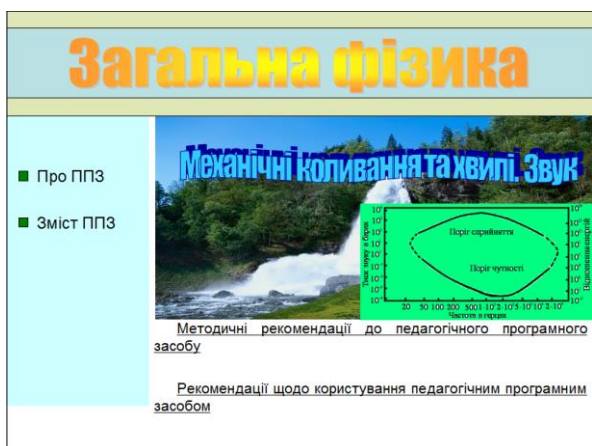


Рис. 1.



Рис. 2

Перша сторінка ППЗ дає можливість при натисненні відповідної кнопки «Про ППЗ» переглянути наступний матеріал на рисунку 2. Для початку роботи з ППЗ натискаємо відповідну кнопку «Зміст». ППЗ з теми «Механічні коливання та хвилі. Звук» містить (рис. 3): навчальний матеріал та матеріал для

контролю знань.

Загальна фізика	
<b>Механічні коливання та хвилі. Звук</b>	
■ Про ППЗ	
■ Зміст ППЗ	
Навчальний матеріал	Матеріал для контролю знань
- Теоретичний матеріал	- Критерії оцінювання
- Практичний матеріал	- Тестове завдання
- Посібник для студента	- Завдання для самостійної роботи
- Фізичний експеримент	- Контрольні запитання
- Словник термінів	

Рис. 3.

Загальна фізика	
<b>Механічні коливання та хвилі. Звук</b>	
■ Про ППЗ	
■ Зміст ППЗ	
Навчальний матеріал	Матеріал для контролю знань
- Теоретичний матеріал	- Критерії оцінювання
- Практичний матеріал	- Тестове завдання
- Посібник для студента	- Завдання для самостійної роботи
- Фізичний експеримент	- Контрольні запитання
- Словник термінів	

Рис. 4.

Розділ «Навчальний матеріал» має підрозділи, кожен з яких містить гіперпосилання на потрібний нам файл: теоретичний матеріал; практичний матеріал; посібник для студента; фізичний експеримент; словник термінів. Рубрика «Матеріали для контролю знань» має: критерії оцінювання; тестове завдання; завдання для самостійної роботи; контрольні запитання. Наприклад, підрозділ «Теоретичний матеріал» містить в собі конспекти занять з даної теми відповідно до навчально-плануючої документації (рис. 4).

Маючи програмний засіб такого типу, розглянемо тепер його використання під час вивчення теми «Механічні коливання та хвилі. Звук». Для цього конкретно зупинимося на питанні «7. Елементи акустики. Звук. Звукові хвилі» (рис. 5).

Починаємо розгляд даного питання із поняття «акустика». Студентам говоримо, що акустика – це розділ фізики, в якому вивчаються способи збудження та властивості звукових хвиль. Акустика поділяється на загальну та фізичну (архітектурна, музична, електроакустика (або технічна), атмосферна, біологічна, гідроакустика, фізіологічна). При натисканні на гіперпосилання 7. Елементи акустики. Звук. Звукові хвилі отримаємо слайд, який відображає рисунок 6.

# Загальна фізика

## Механічні коливання та хвилі. Звук

План заняття

1. Гармонічні коливання.
2. Поперечні і поздовжні хвилі.
3. Рівняння плоскої гармонічної хвилі.
4. Відбивання хвиль.
5. Інтерференція та дифракція хвиль.
6. Залежність швидкості поширення хвиль від властивостей середовища.
7. Елементи акустики. Звук. Звукові хвилі.

Рис. 5.



Рис. 6.

Шляхом гіперпосилань ми можемо перейти до текстової інформації. Так, наприклад, при натисканні на термін «Біологічна акустика», отримаємо наступний слайд відображений на рисунку 7. Якщо студенти хочуть отримати більшу інформацію, наприклад, що таке «шум» або «вібрація», то можна знову звернутися до гіперпосилання, які на слайді (рис. 7) виділені червоним кольором. При натисканні на відповідні гіперпосилання отримаємо слайд, що відтворений на рисунку 8. Як правило, з більш поглибленою інформацією з наведених питань, що вивчаються, студенти знайомляться при самостійній роботі.

### 7. Елементи акустики. Звук. Звукові хвилі.

**Біологічна акустика** – це акустика, що розглядає питання звукового і ультразвукового спілкування тварин і вивчає механізм локації, яким вони користуються, досліджує також проблеми шумів, вібрації і боротьби з ними за оздоровлення навколишнього середовища.

Рис. 7.

### 7. Елементи акустики. Звук. Звукові хвилі.

**Шум** - це коливання звукової хвилі в звуковому діапазоні, що характеризується змінною частотою і амплітудою, непостійні в часі, які не несуть корисної інформації людині.

Інакше:  
**Шум** – звуковий процес, який неприємний для сприйняття і негативно впливає на організм людини.

**Вібрація** - рух матеріальної точки або механічної системи, при якому по чергову зростають і спадають за часом значення величини, що характеризує цей рух. Проявляється у вигляді механічних коливань пружних тіл.

Інакше:  
**Вібрація** - це механічні коливання, що призводять до розладу життєвих функцій людини, шкідливо впливають на роботу обладнання та руйнують будівельні конструкції.

Рис. 8.

У подальшому знайомимо студентів із поняттям звуку. Говоримо, що під звуком розуміють коливання, які поширюються в пружному середовищі і частота яких лежить у межах від 16 до 20000 Гц. Пружні хвилі з частотою, меншою за 16 Гц, називають інфразвуковими, а більшою від 20000 Гц –



ультразвуковими, якщо ж частота коливань перевищує  $10^9$  Гц - гіперзвуками.

Звертаємо увагу студентів на те, що в даному розділі поєднуються вчення про звук як суто фізичне і психофізіологічне явище. Як фізичне явище звук характеризується частотою, швидкістю поширення та інтенсивністю (рис. 9). Швидкість поширення звуку в повітрі при кімнатній температурі дорівнює 340 м/с, у воді - 1450 м/с, у склі - 5600 м/с, у сталі – 6000 м/с. [16, с. 75].

Для студентів спеціальності хімія і біологія буде цікавим те, що швидкість звуку у повітрі найменша у сильні морози, підвищується у теплу пору року. Збільшення температури на  $6-7^{\circ}$  підвищує швидкість звуку в повітрі на 1% (приблизно на 3 м/с) [4, с. 133], що істотно впливає на поширення звуку в атмосфері. Опівдні найтепліше біля ґрунту, там найбільша і швидкість звуку, вище – менша. Заломлення відбувається вгору, звукова енергія відходить від землі і навіть голосний звук чути на малій відстані. Увечері повітря однорідніше, тому звук поширюється значно краще (особливо над водою).



Рис. 9.



Рис. 10.

Коли ми говоримо про сприйняття, тобто про фізіологічний процес, звук оцінюється як високий або низький, а його сила сприймається як гучність [7]. В цілому, висота – суб'єктивна характеристика звуку - тісно пов'язана з його частотою, а звуки високої частоти сприймаються як високі (рис.10).

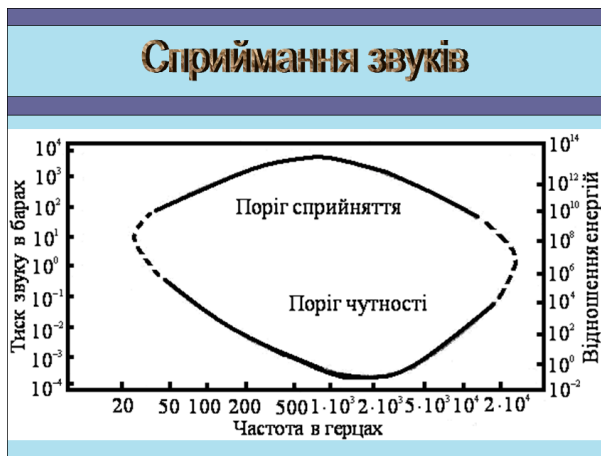


Рис. 11

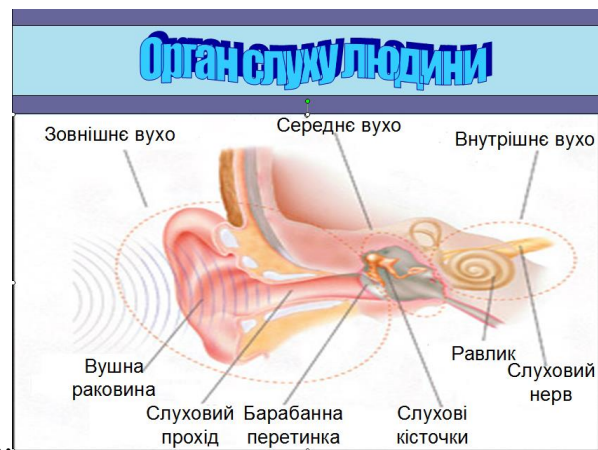


Рис. 12.

Звертаємо увагу студентів на те, що звуки сприймаються людиною лише тоді, коли їхня інтенсивність достатня для чутності, тобто лежить в межах від  $10^{-12}$  до  $10 \text{ Вт/м}^2$ . Знайомимо студентів даної спеціальності із нижнім порогом чутності, із больовим порогом відчуття (рис. 11). При цьому наголошуємо, що значення цих порогів різні для різних частот (якщо інтенсивність звуку перевищує поріг больового відчуття, то вуха починають боліти і не сприймають звук). Органом слуху в людини є вухо [6]. Воно складається з трьох відділів (рис. 12): зовнішнє, середнє та внутрішнє. Зовнішнє вухо складається зі слухового ходу, що закінчується барабанною перетинкою. Слух знижується за умови постійного прослуховування голосної музики, користування плеєром, а також під дією виробничих шумів. Вухо людини найчутливіше в межах частот 1000-3000 Гц, тому для цих частот найнижчий поріг чутності.

За слуховими відчуттями [1, с. 200-201] звук характеризують гучністю, висотою і тембром. Студентам наголошуємо, що рівень гучності звуку можна знайти за законом Вебера-Фехнера:

$$L = \lg \frac{I}{I_0},$$

де  $I_0$  - інтенсивність нульового рівня звуку;  $I$  - інтенсивність звуку.

Приклади рівнів гучності звуку можна навести такі: гучність мови людини – 50 дБ, оркестру – 80 дБ, шуму двигуна літака на близькій відстані – 120 дБ [1, с. 201] (рис. 13).

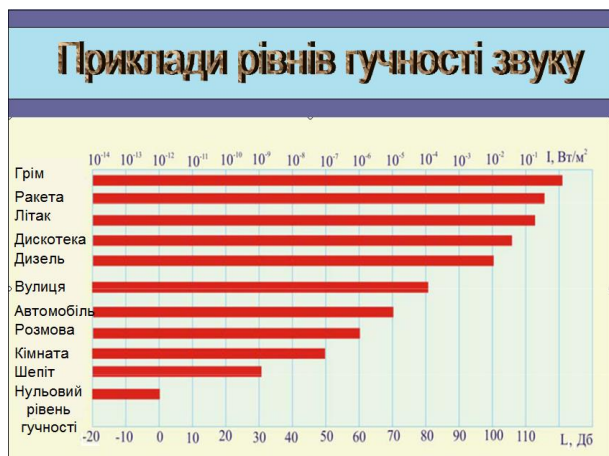


Рис. 13.



Рис. 14.

Важливе значення для майбутніх учителів хімії і біології мають знання про інфра- й ультразвуки, їхні властивості та застосування. У природі перші зустрічаються на кожному кроці: помах крил птахів, коливання гілок чи поверхні моря під впливом вітру – все це породжує інфразвуки. Птахи і більшість тварин сприймають їх краще, ніж люди. Хоча люди погано реагують на інфразвуки (вони не відчують), але занадто велика їх інтенсивність становить небезпеку для здоров'я людей. Інфразвукові коливання володіють біологічною активністю, яка пояснюється співпаданням їх частот з альфаритмом головного мозку. Інфразвук певної частоти викликає розлади мозку, сліпоту, а при частоті 7 Гц – смерть [15, с. 149].

Ультразвуки у природі зустрічаються рідко [4, с. 135], лише окремі тварини зуміли «освоїти» цей діапазон хвиль. Краще від інших тварин – це кажани, які орієнтуються у повній темряві й полюють на здобич. Вловлюючи відбитий сигнал, вони чітко визначають напрям на перешкоду і відстань до неї. Також ультразвуковий локатор мають дельфіни. Ультразвуки застосовують в науці і в різних галузях техніки (у засобах зв'язку, пеленгація, локація, гідролокація, дефектоскопія, ехолот, фарбування шкіри, тканини, хутра тощо).

Слайд, який представлений на рисунку 14 дає можливість продивитися відеофільми та їх фрагменти щодо властивостей, впливу та застосування інфра- й ультразвуку. На даному слайді представлено 9 відеофільмів, які студенти мають можливість переглянути як на занятті так і при самостійній роботі.

Завершуємо розгляд даного питання значенням звуків для людини. Нагадуємо, що близько 9% інформації із зовнішнього світу людина одержує за допомогою звуків, але цього цілком достатньо, щоб оцінювати ступінь небезпеки та безпеки в навколишньому середовищі [6]. У розмові людина звертає увагу не тільки на суть інформації, але й на емоційне забарвлення мовлення: гнів, злість, радість, біль, іронія - усі ці почуття відбиваються у звуках.

Нервова система негативно реагує на шуми, що заподіює відчутну шкоду здоров'ю. Тривалий шумовий вплив провокує гіпертонію й виразкову хворобу, скорочує тривалість життя.

Отже, користуючись даним ППЗ ми маємо можливість вивчати дану тему за допомогою засобів мультимедіа. Розроблений педагогічний програмний засіб являє собою електронний навчально-методичний комплекс. Такі електронні навчально-методичні комплекси у вигляді ППЗ набагато яскравіші, адаптовані під конкретного студента, передбачають можливості «тандему» підручника (посібника) і підтримуючої навчальної програми.

Будь – який електронний навчально-методичний комплекс має сприяти розв'язанню таких завдань [2; 12]:

- студент вибирає, яким чином він буде вивчати ту чи іншу тему з певного розділу чи дисципліни;

- забезпечується можливість одержувати різні варіанти допомоги: консультації, алгоритми виконання завдань та інше;

- можна запропонувати студентові значну кількість вправ, тестів, лабораторних та практичних робіт, працюючи над якими кожний має змогу простежити своє просування, визначити рівень засвоєння матеріалу, за необхідністю здійснити повторне вивчення;

- сформувати вміння працювати з книгою, систематизувати матеріал, розв'язувати задачі, складати алгоритми виконання завдань, використовувати комп'ютер як засіб моделювання виробничих процесів.

Використання електронних навчально-методичних комплексів у роботі

викладача дозволить:

- змінити процес викладання дисципліни з урахуванням досягнень певної галузі;

- сприятиме підвищенню кваліфікації викладача;

- підвищить якість навчання внаслідок розширення навчальних можливостей, різноманітності форм і видів подання теоретичної та практичної інформації.

Даний ППЗ відповідає програмі курсу загальної фізики для майбутніх учителів хімії і біології і призначений для інтенсифікації занять та підвищення зацікавленості студентів нефізичних спеціальностей педагогічних університетів фізичною наукою. Він дозволяє проводити інтерактивне навчання на заняттях з фізики. ППЗ буде корисним як для студентів, так і для вчителів фізики. Такий ППЗ може бути використаний під час традиційної системи навчання, а також за дистанційною формою та для самостійного опанування курсом, темою, окремими питаннями.

Вміст даного ППЗ дає можливість значною мірою організувати навчання відповідно до можливостей студента, його власного темпу і швидкості засвоєння матеріалу, при цьому студент в більшій мірі самостійно навчається, здійснює самоконтроль за своєю діяльністю. Викладач лише спрямовує цю діяльність. А тому особливого змісту набуває створення електронних навчально-методичних комплексів, які мають підвищувати мотивацію до навчання, формувати пізнавальні інтереси студентів на заняттях та забезпечувати ефективність навчання.

Отже, застосування на заняттях засобів мультимедіа, як відомо, підвищує інтерес та формує мотивацію до вивчення навчального матеріалу, загострює і спрямовує увагу, підсилює активність сприйняття, сприяє міцному запам'ятовуванню фізичних явищ та процесів, підвищується рівень використання наочності та обсяг виконаної роботи на занятті, збільшується продуктивність заняття, економиться час. Поєднання використання засобів мультимедіа і традиційних засобів навчання підвищує ефективність

навчального процесу.

#### Література:

1. Бушок Г.Ф. Курс фізики: Навч. посібник: У 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. /Г.Ф. Бушок, В.В. Левандовський, Г.Ф. Півень. – К.: Либідь, 1997. – 448 с.

2. Гуревич Р.С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: навчальний посібник для студентів педагогічних ВНЗ і слухачів післядипломної освіти /Р.С. Гуревич, М.Ю. Кадемія. – К.: Освіта України, 2006. – 390 с.

3. Заводяний В.В. Шляхи активізації пізнавальної діяльності студентів на заняттях з фізики. /В.В. Заводяний. //Педагогічний альманах: Збірник наук. праць /редкол. В.В. Кузьменко (голова) та ін. – Херсон: РІПО, 2011. – Випуск 12. – Частина 1. – С. 118-123.

4. Корсак К.В. Фізика: 25 повторювальних лекцій: Навч. посібник. /К.В. Корсак. – К.: Вища шк., 1994. – 431 с.

5. Корчинський В.М. Використання засобів мультимедіа у ВНЗ I-II рівнів акредитації. /В.М. Корчинський, А.М. Сільвейстр. //Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми //Збірник наукових праць. - Випуск 22. /Редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2009. – С. 200-204.

6. Природознавство. Людина та середовище її життя. [Електронний ресурс] /Сайт Звукові явища. Поширення звуку - Світ явищ, у якому живе людина. – Режим доступу: <http://subject.com.ua/dovidnik/priroda/14.html>.

7. Психоакустика. [Електронний ресурс] /Сайт Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Психоакустика>.

8. Рибак С.М. Використання інформаційних технологій навчання у підготовці вчителя фізики. /С.М. Рибак, А.М. Сільвейстр. //Наукові записки

Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія: Зб. наук. праць. – Випуск 20. /Редкол.: М.І. Сметанський (голова) та ін. – Вінниця: «Діло», 2007. – С. 145-151.

9. Рымкевич П.А. Курс физики. Учеб. пособие для педагогических институтов. Изд. 2-е, перераб. и доп. /П.А. Рымкевич. М.: Высш. школа, 1975. – 464 с.

10. Сільвейстр А.М. Інформатизація освіти як основний чинник трансформації шкільного навчання. /А.М. Сільвейстр. //Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія: //Збірник наукових праць. - Випуск 26. /Редкол.: М.І. Сметанський (голова) та ін. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2009. – С. 134-140.

11. Сільвейстр А.М. Сучасні інформаційні технології навчання. Курс лекцій: Посібник для студентів вищих навчальних педагогічних закладів освіти. /А.М. Сільвейстр. - Вінниця: ТОВ «Планер», 2007. – 196 с.

12. Сільвейстр А.М. Використання електронного навчального комплексу з теми «Електромагнітні хвилі». /А.М. Сільвейстр, М.О. Моклюк, М.В. Лисий. //Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Випуск 89. Серія: Педагогічні науки. Чернігів, 2011. – С. 371-375.

13. Тичук Р.Б. Використання мультимедійного додатку до курсу лекцій з фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації. /Р.Б. Тичук, А.М. Сільвейстр. //Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми //Збірник наукових праць. - Випуск 24. /Редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010. – С. 195-200.

14. Хмара Т.М. Види уроків вивчення нового матеріалу. /Т.М. Хмара. //Методика викладання математики і фізики: Респ. наук.-метод. зб. /Редкол.: О.І. Бугайов (відп. ред.) та ін. - К.: Рад. шк., 1990. – Вип. 6. – С. 5-8.

15. Хорбенко И.Г. Звук, ультразвук, инфразвук. /И.Г. Хорбенко. М.: «Знание», 1978. - 160 с.

16. Чолпан П.П. Основи фізики: Навч. посібник: Пер. з рос.  
/П.П. Чолпан. – К.: Вища шк., 1995. – 488 с.

17. Щербань П.М. Прикладна педагогіка: Навч.-метод. посіб.  
/П.М. Щербань. – К.: Вища шк., 2002. – 215 с.