

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**імені М.П. ДРАГОМАНОВА**

На правах рукопису

**ПАСЬКО Ольга Олександрівна**

УДК 37.016:[531/534+004.032.6]

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МЕХАНІКИ**  
**У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**  
**НА ОСНОВІ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник

**Вознюк Микола Федорович,**

кандидат педагогічних наук, доцент

Київ-2014

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ .....</b>	<b>18</b>
1.1. Компетентність як інтегральний показник якості освіти .....	18
1.2. Діяльнісний підхід як основа організації навчального процесу .....	25
1.3. Психолого-педагогічні умови вивчення механіки у загальноосвітніх навчальних закладах.....	33
1.4. Вплив мультимедійних технологій навчання на розуміння учнями компонентів змісту механіки у курсі фізики загальноосвітньої школи .....	44
Висновки до розділу 1 .....	60
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ .....</b>	<b>62</b>
2.1. Моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач засобами мультимедіа .....	63
2.2. Мультимедійні засоби у вивченні нового матеріалу з механіки .....	73
2.3. Удосконалення навчального фізичного експерименту з механіки засобами мультимедіа .....	79
2.4. Зображення графічних залежностей у механіці з використанням мультимедійних засобів .....	93
2.5. Мультимедійні технології у систематизації й узагальненні знань учнів з механіки .....	113
2.6. Використання мультимедійних засобів під час розв'язування практичних задач з механіки .....	125
2.7. Формування понять про компоненти змісту механіки з використанням мультимедійних продуктів .....	132

2.7.1. Вивчення механіки у курсі фізики основної школи .....	133
2.7.2. Вивчення механіки у курсі фізики старшої школи .....	147
Висновки до розділу 2 .....	162
<b>РОЗДІЛ 3. ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА АНАЛІЗ ЙОГО</b>	
<b>РЕЗУЛЬТАТІВ .....</b>	<b>163</b>
Висновки до розділу 3 .....	177
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>179</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>182</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>204</b>

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Головним критерієм ефективності сучасної загальної середньої освіти України є методологічна переорієнтація процесу навчання з інформативної форми на мотиваційну і розвивальну, розвиток в учнів творчої й афективної сфер особистості, логічного мислення й самостійності, а також формування в них основ начальної діяльності як підґрунтя подальшої самоосвіти. Розв'язання зазначених завдань вимагає підсилення ролі фізичного компоненту освітньої галузі «Природознавство» у навчально-виховному процесі загальноосвітніх навчальних закладів.

Відтак, однією з основних тенденцій розвитку методики навчання фізики є подальша інтелектуалізація навчального процесу, а саме: 1) у контексті гносеологічних уявлень – здатність набувати, зберігати й використовувати знання, розуміти і навчатися на досвіді, швидко і правильно реагувати на нову ситуацію; 2) у контексті логічних уявлень – здатність міркувати, здійснювати порівняння, синтез, аналіз, утворювати поняття і судження, висувати й перевіряти гіпотези, розв'язувати задачі й проблеми і т. п.; 3) у психологічному контексті – міра успішності використання перерахованих особливостей при розв'язанні конкретних задач [80, 15].

Підтвердженням існування цієї тенденції є висвітлення у переважній більшості методичних досліджень останніх років шляхів реалізації *компетентнісного підходу* до побудови змісту освіти. Відповідно до нього, результатом навчальної діяльності учнів повинні стати не просто окремі знання, уміння і навички, а такий рівень їх сформованості й інтеграції, що створює передумови для активної самостійної продуктивної діяльності. Застосування компетентнісного підходу в освітній системі зумовлює необхідність переосмислення традиційних поглядів на організацію навчального процесу з фізики у загальноосвітніх навчальних закладах у напрямі удосконалення структури, змісту, методів і засобів навчання та розробки науково-методичного забезпечення.

Формування ключових компетентностей і набуття учнями певного діяльнісного досвіду, передбаченого Державним стандартом базової та повної загальної середньої освіти, вимагає упровадження інноваційних підходів до її викладання, зокрема, формування комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, розроблення інформаційно-ресурсного забезпечення. Це зазначено у комплексі нормативно-правових актів, зокрема у Державній цільовій програмі впровадження у навчально-виховний процес ЗНЗ ІКТ «Сто відсотків» на період до 2015 року (постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 р. № 494) [134], Законі України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» від 09.01.2007 р. № 537-V [51].

Провідне місце у шкільному курсі фізики займають ті поняття, на яких ґрунтується формування цілісних уявлень про природу. І основна роль у цьому належить механіці, що обумовлене її науковою і методологічною значущістю як найважливішої складової курсу фізики. С.І. Вавилов у відзиві на одну з навчальних програм з фізики для середніх навчальних закладів підкреслював, що вся фізика в усіх її розділах побудована в термінах і поняттях *механіки*. Не знати ці поняття і вивчати фізику – це приблизно те ж саме, що намагатися читати, не засвоївши абетку [58]. У процесі вивчення механіки формуються фізичний світогляд, якості особистості у процесі узагальнення та конкретизації змісту навчального матеріалу, а, отже, безпосередньо предметна компетентність учня. Зокрема, у класичній фізиці, а отже й у шкільному курсі фізики, моделювання фізичних явищ пов'язане переважно зі створенням механічних образів структур фізичних систем та процесів, що у них відбуваються. У цьому сенсі механіка є основою всього шкільного курсу фізики, що вимагає удосконалення структури, змісту, методів і засобів навчання та розробки науково-методичного й інформаційно-ресурсного забезпечення.

Традиційні технічні засоби навчання мали головною метою поліпшення ефективності сприймання, осмислення, запам'ятовування, відтворення навчального матеріалу. Це відповідало традиційним поглядам на організацію навчального процесу і його результати.

Особливістю *мультимедійних технологій* навчання є управління навчальною діяльністю учнів на основі комп'ютерних засобів, які об'єднують в одному цифровому поданні багатокомпонентне інформаційне середовище, шляхом надання користувачеві можливостей виконання різноманітних дій з образами реальної дійсності та їх моделями, встановлення взаємозв'язків між предметною і розумовою діяльностями на всіх етапах навчального процесу.

Такими сучасними *засобами* є сенсорні мультимедіа-дошки, інтерактивні пристрої, інтерактивні проектори й подібне обладнання, яке дозволяє одночасно проводити операції зі статичними та динамічними зображеннями, спроектованими на великий сенсорний екран. Разом з тим, варто зауважити, що використання мультимедійних засобів буде виправданим і призведе до підвищення ефективності навчання фізики лише у тому випадку, якщо їх застосування у навчальному процесі буде відповідати конкретним потребам системи загальної середньої освіти. Нами виокремлено кілька груп таких потреб, пов'язаних із навчанням фізики.

До *першої* групи слід віднести потреби, пов'язані з формуванням в учнів системи фізичних знань. Вони виникають під час пояснення таких компонентів змісту шкільного курсу фізики, глибоке і повне розуміння яких не може бути забезпечене використанням традиційних засобів навчання.

Потреби *другої* групи виникають у ситуаціях, пов'язаних з необхідністю формування в учнів репродуктивних умінь: планувати експеримент, будувати графіки, розв'язувати задачі за алгоритмічними приписами, систематизувати знання. До цієї групи можна віднести й потреби, що виникають у ході лабораторного експерименту, який вимагає для свого проведення приладів, відсутніх у матеріально-технічній базі конкретного навчального закладу, або під час демонстрації явищ і процесів, які характеризуються тривалим або короткочасним перебігом.

*Третя* група потреб визначається необхідністю формування в учнів творчих умінь. Потреби цієї групи виникають під час постановки проблемних задач, розв'язування задач на перевірку висунутих гіпотез, при необхідності розвитку

конструктивно-комбінаторних творчих умінь (використання цифрових конструкторів, що дозволяють збирати ціле з частин, моделювати об'єкти і процеси). Крім того, сюди можна віднести і потреби, які зумовлені необхідністю моделювання явищ, процесів або послідовності подій, що дозволяє учневі робити висновки про фактори впливу на перебіг цих явищ і процесів.

Виділені нами групи потреб пов'язані із основним завданням сучасної школи – формування предметних компетентностей учнів, отже, використання відповідних засобів інформатизації освіти доцільно у випадку, якщо розв'язання вищезазначеного завдання пов'язане з певними труднощами або неможливе.

Фундаментальні аспекти застосування у навчальному процесі мультимедійних технологій як засобів підвищення його ефективності докладно описані у дослідженнях закордонних науковців кінця 90-х початку 2000-х років, зокрема, Н.С. Анісімової [3], Ю.С. Брауна [15], С.Г. Григор'єва й В.В. Гриншкуна [33], Ю.М. Єгорової [42], Н.В. Клемешової [69], О.В. Оспенникової [110], [111], [112], І.В. Роберта [141], Н.Г. Семенової [148], [149], [150], Бента Б. Андресена й Каті Ван дер Брін [9], R. E Mayer [192].

В Україні напрями впровадження новітніх засобів і технологій визначаються провідними ідеями сучасної концепції фізичної освіти, розробленими та апробованими у науково-пошукових дослідженнях П.С. Атаманчука [4], Л.Ю. Благодаренко [11], [12], [13], [38] О.І. Бугайова [16], [173] С.П. Величка [20], С.У. Гончаренка [30], А.В. Касперського [38] [67], [184], [186], Є.В. Коршака [50], [72], [75], [76], О.І. Ляшенка [75], [76], [88], [172], М.Т. Мартинюка [93], [94], [173], А.І. Павленка [114], В.Ф.Савченка [75], [76], [143], М.І. Садового [143], В.П. Сергієнка [38], [185], В.Д. Сиротюка [156], [157], М.І. Шута [182], [183], [184], [185], [186] та ін.

Дослідження В.Ф. Заболотного [46], [47], [48], [49] присвячено розв'язанню проблем формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики засобами мультимедіа. Автором, зокрема, розроблені навчально-методичні посібники з мультимедійними додатками для вивчення курсів фізики, методики навчання фізики та організації самостійної роботи студентів.

Підвищення педагогічної ефективності навчання фізики в основній школі під час використання мультимедійних технологій стало предметом досліджень Л.Ю. Благодаренко [11], [13]. О.П. Пінчук [126], [127], [128], [129] досліджено проблему формування предметних компетентностей учнів основної школи у процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій. У дослідженні І. Л. Семещука [151], [152] проаналізовано навчальне середовище GRAN і розроблено методiku його застосування під час вивчення шкільного курсу механіки. Мисліцькою Н. А. [98] розроблений навчально-методичний комплекс з фізики для учнів основної школи, який включає демонстраційні комп'ютерні моделі з механіки. Питанням застосування мультимедійних технологій на основі мультимедійної дошки у загальноосвітній школі під час вивчення фізики присвячено роботи Н.М. Гомуліної [29], К.М. Долгої [40], М.В. Каленика [59], В.В. Лапінського [52], [82], [83], [84], Н.Л. Сосницької [161], Д.Ю. Усенкова [168].

Разом з тим, зазначені вище дослідження не вичерпують усіх аспектів багатогранної проблеми застосування мультимедійних засобів у навчальному процесі з фізики під час вивчення механіки. Найменш дослідженими є методичні аспекти, що враховують специфіку викладання цієї навчальної дисципліни.

У переважній більшості досліджень під засобами мультимедіа розуміють педагогічні програмні засоби, які ми, підтримуючи позицію О.П. Пінчук [127], вважаємо за доцільне диференціювати як мультимедійні продукти. Аналіз методичних основ застосування мультимедійних технологій, засобів і продуктів, поданих у дослідженнях, показує, що мова йде про їх використання або у межах традиційної організації навчальних занять, або у формі персональної роботи учня за комп'ютером. Водночас реалізація потреб освіти, пов'язаних з формуванням компетентностей випускника загальноосвітньої школи, на нашу думку, вимагає іншого підходу до організації навчального процесу з фізики.

Крім того, у наукових дослідженнях не описано теоретико-методичних основ застосування даного обладнання у структурі навчальних занять з фізики, у тому числі під час вивчення механіки, що вимагає розроблення з урахуванням багатофункціональності мультимедійних навчальних комплексів. Відсутність



таких теоретичних узагальнень стає причиною значного звуження функцій подібних засобів у практиці викладання фізики, що підтверджується результатами констатувального етапу педагогічного експерименту. За даними нашого дослідження, вчителі фізики використовують мультимедійні засоби епізодично, в основному спираючись на досвід застосування аналогових технічних засобів навчання, і фактично для ілюстрації матеріалу, що викладається. Мультимедійну дошку, як показують спостереження, використовують переважно для демонстрування електронних презентацій, створених з використанням програмного засобу MS PowerPoint, рідше – для показу навчальних медіа-продуктів зі шкільної медіатеки, іноді нею користуються, як звичайною крейдовою дошкою. Тож впровадження у навчальний процес з фізики мультимедійних засобів і технологій стане повним та ефективним не тільки завдяки оснащенню фізичного кабінету відповідними навчально-методичними комплексами, а й за умови підготовки майбутніх вчителів фізики до такого напряму їх професійної діяльності.

Сьогодні у вітчизняній та зарубіжній літературі [8], [10], [27], [29], [43], [46], [87], [109], [113], [131], [168], [171], [180] представлені публікації щодо використання конкретних освітніх продуктів з фізики, які містять розробки певних розділів, тем окремих питань або шкільного курсу фізики в цілому. Однак, аналіз наявних медіа-продуктів навчального характеру дозволяє стверджувати, що вони у певній мірі обмежують вибір методик вивчення навчального матеріалу на уроках фізики. На наш погляд, саме в урахуванні специфіки організації навчального процесу з фізики закладений істотний резерв раціонального використання мультимедійних засобів і продуктів. Їх застосування стане ефективнішим за умови, якщо не мультимедійні продукти визначатимуть методику вивчення відповідного матеріалу, а навпаки – визначатимуться конкретною методикою навчання фізики.

Важливими етапами на шляху вдосконалення методики вивчення структурних одиниць навчального змісту механіки стали розробки елементів комп'ютерної підтримки для її викладання, описані у дослідженнях науковців, на

які вище були зроблені відповідні посилання. Проте очевидно, що поза увагою дослідників залишилися питання, засвоєння яких з використанням традиційних засобів навчання викликає в учнів утруднення, при цьому мультимедійна підтримка щодо їх вивчення або ж відсутня, або має на меті розв'язання інших дидактичних завдань.

Ми повністю підтримуємо позицію провідних методистів, висловлену словами Є.В. Коршака: «Дидактичні засоби різного характеру повинні бути певною мірою взаємопов'язані, доповнювати один одного, а всі разом давати оптимальний педагогічний ефект» [50, 7]. Тому використання мультимедійних засобів у навчальному процесі з фізики має відповідати сучасним вимогам щодо подолання ускладнень пізнавального характеру, пов'язаних з використанням традиційних форм і методів навчання.

Проте сьогодні проблема викладання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах в контексті використання електронних навчальних ресурсів не є остаточно розв'язаною, хоча навчально-методичної літератури з цих питань накопичено у достатньому обсязі. Як показує її аналіз, мова йде про використання демонстраційних комп'ютерних моделей з механіки або електронних засобів навчального призначення без урахування вимог до організації навчального процесу на засадах компетентнісного підходу. Залишається не розв'язаною проблема створення теоретико-методичних основ застосування мультимедійних засобів у структурі навчальних занять під час вивчення механіки, що не дозволяє у повній мірі забезпечити інформаційно-методичну підтримку освітнього процесу.

Аналіз наукових досліджень та публікацій з даної проблематики, а також власний педагогічний досвід дозволяють стверджувати, що сьогодні у процесі реалізації змісту навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах існують об'єктивні невідповідності між:

– науковою і методологічною значущістю змісту механіки у формуванні в учнів фізичної картини світу й фізичного стилю мислення та недостатнім оновленням методичних підходів до її вивчення на основі використання

інформаційно-комунікаційних технологій, що негативним чином впливає на розуміння учнями окремих компонентів навчального змісту даного розділу та у підсумку на якість засвоєння курсу фізики загальноосвітньої школи;

– усталеними традиційними поглядами на організацію навчального процесу як у педагогічній науці, так і в практиці роботи загальноосвітніх навчальних закладів та необхідністю організації процесу навчання механіки на рівні сучасних вимог до предметних компетентностей учнів;

– дидактичним потенціалом мультимедійних засобів навчання та відсутністю узгодженої системи їх застосування у навчальному процесі з фізики;

– існуючим інформаційно-ресурсним забезпеченням навчального процесу з механіки у загальноосвітніх навчальних закладах та труднощами його використання у варіантах, запропонованих розробниками;

– соціальною потребою у високому рівні розвитку інформаційної культури вчителя та реальним рівнем комп'ютерної грамотності майбутніх учителів фізики;

Таким чином, на даному етапі розвитку системи загальної середньої освіти існує нагальна необхідність створення методики навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних засобів, яка б дозволила усунути зазначені вище невідповідності та забезпечила підвищення якості комп'ютерно орієнтованих засобів навчання і навчальних середовищ для підтримання цієї діяльності, що і зумовлює **актуальність** дисертаційної роботи **„Методика навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних засобів”**.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження виконане відповідно до завдань Національної стратегії розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки [103], Освітньої програми ІТО ЮНЕСКО з підготовки та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів в області застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освіті [107], у відповідності до рекомендацій ЮНЕСКО щодо структури ІКТ-компетентності вчителів (ICT Competency Framework for Teachers) [162], тематичного плану наукових досліджень Національного педагогічного університету імені

М.П. Драгоманова «Зміст, форми, методи і засоби фахової підготовки вчителів».

Тему дисертації затверджено Вченою радою Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (протокол № 8 від 7.04.2011 р.) та узгоджено у Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 6 від 14.06.2011 року).

**Об'єкт дослідження:** процес навчання фізики у загальноосвітніх навчальних закладах.

**Предмет дослідження:** методика навчання механіки з використанням мультимедійних засобів як чинників реалізації принципів унаочнення і доступності фізичної освіти, забезпечення умов для самостійної пізнавальної діяльності учнів.

**Мета дослідження:** теоретичне обґрунтування і розробка методики навчання механіки з використанням мультимедійних засобів навчального призначення на основі компетентнісного та діяльнісного підходів до організації освітнього процесу.

**Завдання дослідження:**

1. Здійснити аналіз наявної навчальної і методичної літератури з метою з'ясування психолого-педагогічних умов вивчення механіки у курсі фізики загальноосвітньої школи та виявлення ускладнень у розумінні учнями компонентів її змісту в умовах використання традиційних форм і методів навчання.

2. Провести психолого-педагогічний аналіз дидактичних можливостей мультимедійних засобів у поданні навчального матеріалу, з'ясувати їх місце у загальній системі навчальних занять з фізики та виявити стан інформаційно-ресурсного забезпечення вивчення механіки.

3. Розробити комп'ютерні моделі, призначені для подання на екрані мультимедіа-засобів і спрямовані на подолання в учнів ускладнень у розумінні компонентів змісту механіки.

4. Експериментально перевірити розроблену методику навчання механіки з використанням мультимедійних освітніх засобів й оцінити результативність та

педагогічну доцільність її використання у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів.

Для досягнення поставленої у роботі мети було використано такі *теоретичні* та *емпіричні* методи дослідження:

*аналіз* – з метою дослідження стану вивчення механіки у загальноосвітніх навчальних закладах, нерозв’язаних проблем в організації навчально-пізнавальній діяльності учнів при вивчення компонентів її змісту; виявлення забезпеченості навчального процесу засобами інформаційно-комунікаційних технологій; виокремлення проблем створення й використання у процесі вивчення механіки мультимедійних засобів та формування комп’ютерно-орієнтованих навчальних середовищ; виявлення рівня підготовки вчителів фізики до ефективного використання інформаційно-комунікативних технологій у педагогічній діяльності; *синтез* – для визначення змісту педагогічних програмних засобів, необхідних для системної підтримки навчального процесу; *моделювання* – для створення комп’ютерних моделей, призначених для підвищення рівня засвоєння учнями компонентів змісту механіки; побудови інноваційних моделей навчання в умовах комп’ютерно-орієнтованого середовища;

*спостереження* навчально-виховного процесу з фізики на предмет виявлення можливостей інформаційно-комунікаційних технологій у напрямі розвитку інтелектуальних і творчих умінь учнів, конструювання учнями власних освітніх траєкторій; *оцінювання* – для виявлення рівнів навчальних досягнень учнів при вивченні механіки з використанням мультимедійних засобів; апробація – для визначення результативності розроблених комп’ютерних моделей у напрямі формування в учнів системних знань з механіки; *методи математичної статистики* на етапі оброблення результатів педагогічного експерименту та визначення ефективності розробленої методики навчання механіки з використанням мультимедійних освітніх засобів у загальноосвітніх навчальних закладах.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

*Вперше запропоновано* методику навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних освітніх засобів та відповідно із вимогами щодо організації навчального процесу на засадах компетентнісного і діяльнісного підходів, спрямовану на підвищення якості знань учнів в умовах поєднання традиційних та інноваційних моделей навчання.

*Вперше запропоновано* теоретичні та методичні основи використання у процесі вивчення компонентів змісту механіки мультимедійних засобів навчального призначення, які ґрунтуються на застосуванні особистісно орієнтованих, інтерактивних методів навчання та забезпечують реалізацію принципів унаочнення і доступності освітнього процесу.

#### *Удосконалено:*

- структуру і зміст окремих компонентів змісту курсу механіки основної (рівномірний рух, траєкторія руху, сила пружності, кінетична енергія, потенціальна енергія, закон збереження і перетворення механічної енергії, сила пружності, тиск газу) та старшої шкіл (прямолінійний рівномірний рух, рівнозмінний рух, додавання переміщень і швидкостей, миттєва швидкість руху, вільне падіння тіл, рівномірний рух по колу, закон всесвітнього тяжіння);
- форми і методи засвоєння знань з механіки: висування навчальних задач (проблем), вивчення нового матеріалу, навчальний фізичний експеримент, графічний метод навчання фізики, систематизація та узагальнення вивченого, розв’язування практичних задач у контексті використання наявного потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні.

#### *Дістали подальшого розвитку:*

- теоретичні основи системного забезпечення педагогічно доцільної підтримки процесу навчання фізики у загальноосвітніх навчальних закладах засобами інформаційно-комунікаційних технологій;
- методичні підходи до організації навчального процесу з фізики у загальноосвітніх навчальних закладах, які спрямовані на формування в учнів цілісних уявлень про компоненти змісту даного навчального предмету.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

- *Створено й упроваджено* у навчально-виховний процес з фізики електронний додаток «Бібліотека мультимедійних навчальних засобів. Механіка (для загальноосвітніх навчальних закладів)», який слугує інформаційно-методичним підтриманням і дозволяє реалізувати управління навчальною діяльністю учнів на різних етапах навчального процесу (рекомендовано вченою радою Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка, протокол № 6 від 23 грудня 2013 р.).
- *Розроблено й упроваджено* в освітню практику методичний посібник для учителів фізики «Використання мультимедійних освітніх засобів у навчанні механіки учнів загальноосвітніх навчальних закладів», призначений для забезпечення належної орієнтації педагогічних кадрів у можливостях інформаційно-комунікаційних технологій та розширення простору їх інноваційної педагогічної діяльності (рекомендовано вченою радою Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка, протокол № 6 від 23 грудня 2013 р.).
- *Розроблено* методику викладання розділів механіки «Механічний рух», «Взаємодія тіл», «Механічна робота. Механічна енергія» (основна школа) та «Кінематика», «Динаміка» (старша школа) з використанням мультимедійних засобів.

Результати дослідження можуть бути використані у процесі створення й ефективного використання у навчальному процесі з фізики мультимедійних засобів та формування комп'ютерно орієнтованих навчальних середовищ загальноосвітніх закладів, а також підготовки вчительських кадрів до застосування інформаційно-комунікаційних технологій у педагогічній діяльності.

**Результати дисертаційного дослідження** впроваджено у практику роботи Сумської спеціалізованої школи I-III ступенів № 9 м. Суми (довідка від 31.10.2011 р. № 239), Краснопільської ЗОШ I-III ступенів Краснопільської районної ради Сумської області (довідка від 08.11.2011 р. № 265), Староіржавецької ЗОШ I-III ступенів Оржицької районної ради Полтавської

області (довідка від 01.03.2012 р. № 177), Делятинської ЗОШ I-III ступенів № 3 Надвірнянської районної ради Івано-Франківської області (довідка від 15.03.2012 р. № 48), Новоіванівської середньої загальноосвітньої школи Юр'ївського району Дніпропетровської області (довідка від 19.03.2012 р.).

**Особистий внесок здобувача** у написання праць, опублікованих разом зі співавторами є таким. У статті [64] автором виокремлено роль мультимедійних засобів навчання у напрямі розширення можливостей демонстраційного експерименту з фізики. У статті [65] автором вказані особливості конспектів, складених на інтерактивній дошці порівняно з традиційними, запропоновано приклад використання мультимедійного конспекту. У статті [116] автором обґрунтовано методичні засади використання засобів мультимедіа під час побудови графічних залежностей у механіці, розроблено демонстраційну комп'ютерну модель «Гармонічні коливання». У статті [123] внесок автора полягає у визначенні концептуальних аспектів проблеми врахування компетентнісного підходу в організації навчального процесу з фізики у загальноосвітніх навчальних закладах.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення і результати дослідження доповідалися та обговорювалися на:

– *міжнародних науково-методичних конференціях*: «Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія» (Кам'янець-Подільський, 2011 р.); «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу – "ІТМ\*плюс-2012" (м. Суми, 2012 р.);

– *всеукраїнських науково-практичних конференціях*: «Чернігівські методичні читання 2011» (Ніжин, 2011 р.), «Засоби і технології сучасного навчального середовища (Кіровоград, 2012 р.), «Чернігівські методичні читання 2012» (Чернігів, 2012 р.);

– *Всеукраїнському науково-методичному семінарі* «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії в середній та вищій школі» (Київ, 2011-



2013 рр.);

– звітних науково-практичних конференціях Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (2010 – 2013 рр.);

– науково-методичних семінарах для вчителів Сумської області "Навчання фізики: професійне зростання і творчий пошук" (2010 – 2013 рр.).

**Основні результати дослідження** опубліковані в 14 наукових працях, серед них: 1 методичний посібник, 9 статей у виданнях, зареєстрованих ВАК України як фахові з педагогічних наук, з яких 6 одноосібні; 1 стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні; 3 публікації у збірниках матеріалів конференцій.

## РОЗДІЛ 1

### ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

#### 1.1. Компетентність як інтегральний показник якості освіти

Новий етап у розвитку шкільної освіти пов'язаний із впровадженням *компетентнісного підходу* до формування змісту та організації навчального процесу. Про формування змісту освіти на основі компетентнісного підходу зазначено у Державному стандарті базової і повної середньої освіти [39], державні вимоги до результатів навчання подано у «Критеріях оцінювання навчальних досягнень учнів в системі загальної середньої освіти» [101], [102], [136], [172].

За своєю сутністю компетентнісний підхід є сукупністю загальних принципів щодо визначення цілей освіти, відбору змісту освіти, організації навчального процесу та оцінки навчальних результатів. До основоположних принципів можна віднести такі: 1. Метою шкільної освіти є у формування в учнів здатності самостійно вирішувати проблеми у різних сферах та видах діяльності на основі використання соціального досвіду, елементом якого є і власний досвід учнів. 2. Зміст організації навчального процесу полягає у створенні умов для формування в учнів досвіду самостійного вирішення пізнавальних, комунікативних, організаційних, моральних та інших проблем, що становлять зміст освіти. 3. Оцінка навчальних результатів ґрунтується на аналізі рівнів освіченості, досягнутих учнями на певному етапі навчання.

Основоположними категоріями компетентнісного підходу є поняття «компетенція» та «компетентність».

«Словник української мови» (за заг. ред. І. Білодіда) подає таке визначення поняття «компетенція»: «1. Добра обізнаність із чим-небудь. ... 2. Коло повноважень якої-небудь організації, установи або особи» [159, 250]. Ідентичні визначення наведені у «Великому тлумачному словнику сучасної української мови» (за ред. В. Бусела) [19, 445] та «Сучасному тлумачному словнику

української мови» (за заг. ред. В. Дубічинського) [163, 411]. Аналогічним чином компетенція визначається у тлумачному словнику С.І. Ожегова: «коло питань, в яких хто-небудь добре обізнаний; коло чийось повноважень, прав» [108, 289].

Аналіз наведених тлумачень поняття компетенції надає можливість виділити в них спільні безособистісні смислові узагальнення, які відображають когнітивний (знання) і регулятивний (повноваження) аспекти.

Поняття «компетентність» у тому ж «Словнику української мови» тлумачиться як «...властивість за значенням компетентний». Тоді, як «компетентний» визначено так: «1. Який має достатні знання в якій-небудь галузі; який з чим-небудь добре обізнаний; тямущий. ... // Який ґрунтується на знанні; кваліфікований (у 2 знач.). ... 2. Який має певні повноваження; повноправний, повновладний» [159, 250]. Аналогічним чином трактується це поняття у «Сучасному тлумачному словнику української мови» (за заг. ред. В. Дубічинського): «Компетентний [лат. *competens* (*competentis*) – відповідний, здібний] – 1) який має ґрунтовні знання в певній галузі; тямущий; 2) який має певні повноваження; повновладний» [163, 411]. У «Словнику російської мови» С. Ожегова поняття «компетентний» розкрито як «знаючий, обізнаний, авторитетний у якій-небудь галузі; який володіє компетенцією» [108, 289].

У зміст поняття «компетентність», виходячи з наведених тлумачень, покладено характеристику особистісних якостей людини, володіння компетенцією. Таким чином, якщо компетенція може бути представлена як абстрагована норма, досягнення якої може свідчити про можливість правильного розв'язання будь-якого завдання, то компетентність – це оцінка досягнення (або недосягнення) цієї норми [49].

На сьогодні опубліковані науково-теоретичні та науково-методичні праці, у яких аналізується сутність компетентнісного підходу і проблеми формування компетентностей [53], [70], [71], [142], [175], [176], [177]. Однак аналіз педагогічної та методичної літератури, а також численних публікацій із даної проблематики показує, що поняття "компетенція" й "компетентність" є предметом наукових дискусій. Визначення науковцями компетенції демонструють різне

розуміння ними змісту цих понять. Проте з наявних їх дефініцій можна вибрати ті, які дозволили б з'ясувати їх зміст і значення для методики навчання фізики.

Російські педагоги В. Краєвський та А. Хуторський розрізняють терміни «компетенція» та «компетентність», роз'яснюючи, що «компетенція у перекладі з латинської «competentia» означає коло питань, стосовно яких людина добре обізнана, пізнала їх і має досвід. Компетентність у визначеній галузі – це поєднання відповідних знань і здібностей, що дозволяє обґрунтовано судити про цю сферу й ефективно діяти в ній». На цій основі науковці вважають за потрібне ввести в обіг поняття «освітні компетенції» як складні узагальнені способи діяльності, які опановує учень під час навчання, і компетентність як результат набуття компетенцій [77]. Схожих поглядів дотримується Н.Л. Гончарова, яка розрізняє розглянуті поняття. Компетенцію вона визначає як комплексну структуру, що складається з різних частин. Компетентність – як поняття іншого значеннєвого ряду, вважаючи її реальною, властивою конкретній особистості й залежною від людини. Інакше кажучи, якщо в узагальненому вигляді компетенцію можна визначити як властивість, то компетентність як володіння цією властивістю, яке виявляється у професійній діяльності [31].

Для нашого дослідження актуальним є визначення зазначених понять, сформульовані М.В. Калеником, який у їх зміст вкладає наступне: «Компетенція – 1) предметна область, в якій індивід добре освічений; 2) інтегративна сукупність характеристик (знання, уміння, навички, здібності, мотиви, цінності), яка забезпечує виконання професійної діяльності на високому рівні й досягненні певного результату; 3) відкрита система процедурних, ціннісно-сміслових і декларативних знань, яка включає компоненти, що взаємодіють між собою, які активізуються у професійній діяльності. Компетентність – 1) володіння наявними знаннями, навичками, життєвим досвідом, за допомогою яких можна судити про будь-що; 2) комплексний особистісний ресурс, який забезпечує можливість ефективної взаємодії з оточуючим світом у тій чи іншій області і яка залежить від необхідних для цього компетенцій» [63].

Завершуючи аналіз тлумачень термінів у літературних джерелах, необхідно

значити, що у даному дослідженні поняття «компетенція» та «компетентність» у змістовому аспекті вживатиметься у таких значеннях.

*Компетенція* – це суспільна норма, вимога, яка сама по собі не є характеристикою індивіда, нею вона стає у процесі засвоєння і рефлексії учня, перетворюючись на компетентність. Освітня компетенція є сукупністю взаємозв'язаних смислових орієнтацій, знань, умінь, навичок і досвіду діяльності учня відносно певного кола об'єктів реальної дійсності, необхідних для здійснення особистісно і соціально значущої продуктивної діяльності.

*Компетентність* – складне особистісне утворення, що інтегрує відповідно до вимог певної діяльності знання, уміння, навички, особистий досвід її виконання, ставлення до процесу і результату, вона створює передумови для активних самостійних дій.

Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти виокремлено трирівневу ієрархію компетентностей: *предметні* – набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань; *міжпредметні* – здатність учня застосовувати щодо міжпредметного кола проблем знання, уміння, навички, способи діяльності та ставлення, які належать до певного кола навчальних предметів і освітніх галузей; *ключові* - спеціально структурований комплекс якостей особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності й належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів [39].

Міжнародним департаментом стандартів для навчання, досягнення та освіти (International Board of Standards for Training, Performance and Instruction) із поняття компетентності виокремлено такі індикатори, як набуті *знання, уміння, навички та навчальні досягнення* [70, 7]. У наказі МОН України № 371 від 05.05.2008 р. та "Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів в системі загальної середньої освіти" і додатках 1-20 до нього [101] стверджується, що визначення рівня навчальних досягнень учнів є особливо важливим з огляду на те, що навчальна діяльність у кінцевому підсумку повинна не просто дати людині

суму знань, умінь та навичок, а сформувати компетентність, як загальну здатність, що базується на знаннях, досвіді, цінностях, здібностях, набутих завдяки навчанню.

Отже, критерієм ефективності навчального процесу доцільно вибрати *якість знань*, враховуючи такі їх ознаки: міцність, повноту, глибину, узагальненість, системність, дієвість. Ознака якості знань "їх дієвість" розкривається сутністю предметних компетенцій і предметних компетентностей учнів у шкільному курсі фізики, що є предметом спеціального аналізу.

У методиці навчання фізики структурування навчального змісту здійснюється з урахуванням узагальнених систем істотних ознак одиниць навчального матеріалу. Відповідно у навчальній програмі з фізики для загальноосвітньої школи в розділі «критерії оцінювання навчальних досягнень учнів» указано: «під час оцінювання враховуються знання учнів про: фізичні явища і процеси, фізичні досліди і спостереження, фізичні величини, закони, фізичні теорії, прилади та пристрої, механізми і машини» [136]. До кожного з цих компонентів змісту шкільного курсу фізики наводяться узагальнені системи їх істотних ознак. Таким чином, повна система цих ознак утворює блок структурних елементів. Твердження про істотні ознаки компонентів змісту шкільного курсу фізики, їх блоки утворюють навчальний матеріал. Його учні повинні, розуміти, зберігати у довготривалій пам'яті, вміти застосовувати до конкретних ситуацій.

Усі відомості, які слугують для пізнання, розуміння й засвоєння навчального матеріалу, є дидактичним матеріалом. Якщо навчальний матеріал інваріантний, тобто не залежить від вчителя або автора підручника, оскільки він відображає наукові знання, то дидактичний матеріал багатоваріантний. Між твердженнями про істотні ознаки, їх блоками існують зв'язки *послідовності* (одні структурні елементи не можуть бути розглянуті раніше тих, на ґрунті яких вони вводяться), *перетинання* (існують групи понять, які мають однакові за змістом повні набори істотних ознак) та *поглинання* (існують питання програми, які об'єднують навколо себе інші питання з даної теми або розділу, утворюючи генеральну лінію розвитку змісту теми чи розділу) [60, 36].

Таким чином, *предметні компетенції* в області шкільного курсу фізики складаються з систем істотних ознак понять про компоненти змісту цього навчального предмета і систем дій, з яких складається діяльність щодо застосування змісту понять до конкретних ситуацій.

Зміст фізичних компетенцій учнів загальноосвітньої школи невід'ємно пов'язаний із ключовими. Їх інтеграція й інтеріоризація визначає компетентність.

*Предметна компетентність* – визначає те, що учень *знає* (системи істотних ознак понять), *розуміє* (здатний встановлювати відповідність між істотними ознаками понять і істотними властивостями предметів і явищ оточуючої дійсності, зв'язками між істотними ознаками понять й істотними властивостями зазначених фізичних об'єктів), *уміє* користуватися фізичними поняттями в конкретних ситуаціях, зокрема під час розв'язування фізичних задач.

У шкільній програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів поряд зі змістом "навчального матеріалу" визначені предметні компетентності для відповідного розділу змісту навчального предмета. При цьому використовуються такі ключові слова: «За результатами вивчення розділу учні: знають..., розуміють..., здатні пояснити..., вміють утворювати..., вміють класифікувати..., вміють розрізняти..., вміють складати..., знають способи вимірювання..., володіють експериментальними способами визначення..., володіють експериментальними способами дослідження..., вміють зображувати..., здатні будувати..., здатні аналізувати..., можуть розв'язувати фізичні задачі» [136; 172].

Наприклад, у розділі "Кінематика" шкільного курсу фізики (10-й клас) предметами навчальної діяльності учнів є питання, що пов'язані з поняттям "прямолінійний рівномірний рух": прямолінійний рівномірний рух, швидкість руху, рівняння руху, графіки залежності кінематичних величин від часу. Вказаний модуль складається з двох компонентів змісту курсу фізики – прямолінійний рівномірний рух та швидкість рівномірного прямолінійного руху. Змісту цих компонентів відповідають такі предметні компетентності: знання змісту кінематичних величин, що характеризують рух; уміння складати рівняння руху; здатність будувати й аналізувати графіки руху та визначати за ними параметри

руху; здатність розв'язувати фізичні задачі на визначення кінематичних величин під час прямолінійного рівномірного руху.

Отже, у процесі навчальної діяльності має відбуватися не просте запам'ятання систем істотних ознак фізичних понять і систем дій, з яких складається діяльність, а інтеріоризація цих інтегрованих знань – переведення структури предметної діяльності в структуру внутрішнього плану свідомості. Тому і результатом навчальної діяльності учнів повинні стати не просто окремі знання, уміння й навички, а більш складні уміння та якості особистості – компетентності.

Виходячи з вище викладеного, під *навчальними досягненнями* учнів з фізики треба розуміти наявні у них предметні компетентності. Таке тлумачення поняття "навчальні досягнення учнів з фізики" узгоджується з діючою нині вимогою до їх оцінювання, що має ґрунтуватися на позитивному принципі, який передусім передбачає врахування рівня досягнень учня, а не ступеня його невдач. Отже, об'єктом оцінювання навчальних досягнень учнів під час вивчення фізики мають стати рівні сформованості у них відповідних понять про одиниці навчального змісту та способи діяльності. Вищесказане дозволяє стверджувати, що виокремлення у навчальному змісті розділів механіки шкільного курсу фізики відповідних одиниць та систем їх істотних ознак, які стануть предметами навчальної діяльності учнів на кожному концентрі вивчення фізики, сприятиме формуванню предметних компетентностей учнів.

Загально визнано, що навчальний процес повинен розкривати та реалізовувати ті пріоритети в освіті, які визнані суспільством на даному етапі його розвитку. Сьогодні організація навчального процесу має бути спрямована на гуманізацію, інтелектуалізацію навчання, методологічну переорієнтацію його з інформативної форми на розвиток особистості людини. На практиці ж упродовж десятиліть не втрачають актуальності питання, пов'язані з перевантаженістю навчальних занять, яка є наслідком скорочення навчального часу, відведеного на вивчення фізики. Спостереження, проведені нами у ході педагогічного експерименту, свідчать, що ситуацію з організацією навчального процесу у



школах можна охарактеризувати словами М. В. Кашина: «Дуже поширеним є такий спосіб ведення уроку, при якому вчитель близько половини часу витрачає на опитування учнів, другу половину – на пояснення уроку з продовження курсу, іноді на досліди, при цьому першу половину уроку більшість учнів звичайно байдикують, а другу – більш-менш пасивно слухають» [60, 185].

Отже, очевидно, що сьогодні виникло протиріччя між новими потребами суспільства щодо результатів освіти та традиційними поглядами на організацію навчального процесу як у педагогічній науці, так і у практиці роботи шкіл, що зумовлює необхідність переосмислення традиційних поглядів на організацію навчальної діяльності учнів, надаючи переваги тим формам і методам навчання, які відповідають змісту компетентнісного підходу. При цьому важливо грамотно пов'язати елементи компетентнісного підходу з напрацьованими раніше, аби розумно їх сумістити й отримати реальні практичні результати. Запровадження загальної середньої освіти на базі компетентностей дасть змогу зробити процес навчання доступнішим для учнів та, відповідно, підвищити якість навчання.

## **1.2. Діяльнісний підхід як основа організації навчального процесу**

Узагальнення численних визначень поняття «навчання», що зустрічаються у літературі, дозволяє виділити у них спільну рису – словами В.В. Краєвського, «навчання постає у них як сукупність взаємопов'язаних і у той же час окремих дій двох індивідуальних суб'єктів – учителя та учня, кожен з яких зайнятий власною діяльністю» [77]. Отже, аналіз взаємодій учителя та учнів із навчальним змістом та між собою має проводитися з позицій властивостей та закономірностей людської діяльності. Відповідно, перш за все, необхідно з'ясувати особливості навчання як одного з проявів людської діяльності.

Основоположні ідеї психологічної теорії діяльності закладені А. Н. Леонтьєвим. Відповідно до основної ідеї концепції вченого, під навчанням розуміють розвиток людської свідомості в умовах передачі від людини до людини суспільно-історичного досвіду. Центральне значення у формуванні свідомості під

час навчання належить діяльності: «педагогічний вплив породжує діяльність дитини, спрямовану на певні навчальні задачі, будує її, керує нею, і тільки в результаті цілеспрямованої діяльності самої дитини відбувається оволодіння нею знаннями, уміннями й навичками» [85]. Леонтьєвим виокремлено три рівні діяльності: 1) *окрема діяльність*, керована предметом діяльності; 2) *дія* – процес, що утворює результат та мету діяльності; 3) *операція* – спосіб виконання дій [6].

Аналіз предметних і розумових дій, а також операцій, що у них входять, став предметом досліджень П. Я. Гальперіна. Вченим висунута концепція поетапного формування розумових дій і понять та концепція про орієнтувальний ефект розумових дій і відповідних їм типів навчання: «знання є похідними від пізнавальних дій та засвоєння цих дій» [23, 92]. Розвиваючи ідеї П. Я. Гальперіна, Н. Ф. Талізіню введено поняття про управління процесом засвоєння знань, яке «можливе тільки через управління пізнавальною діяльністю учнів» [164, 320]. Вчена зазначає, що усі види управління можуть бути поділені на розімкнуте і циклічне. Перший вид управління – без зворотного зв'язку і, відповідно, без регуляції ходу керованого процесу з боку керуючої системи. Циклічне управління передбачає і те, і інше [165]. Відповідно до теоретичних положень психологічних основ формування понять сформульованих у рамках теорії П. Я. Гальперіна і Н. В. Талізіню, головний шлях формування понять – це навчання, під час якого основну роль відіграють розумові дії, які здійснюються учнями.

Д.Б. Ельконін висунув загальну гіпотезу про структуру навчальної діяльності та її значення у психічному розвитку дитини. На його думку, у структуру навчальної діяльності входять: навчальна мета; навчальні дії; дії контролю процесу засвоєння; дії оцінки ступеня засвоєння [6].

За В.В. Давидовим [35], [36], [37], змістом навчальної діяльності є теоретичні знання, засвоєння яких здійснюється дітьми під час розв'язанні навчальних (або проблемних) завдань за допомогою особливих дій (перетворення умови завдання, моделювання, контролю, оцінки тощо).

Досліджуючи підхід до організації навчального процесу з фізики з початку 60-х років ХХ століття, який пізніше отримав назву «діяльнісного» [5], [41], [56],

[81], [86], [179] В.І. Каленик приходять до створення *інтегративної моделі навчального процесу* [60], [62]. У середині 80-х років ця модель стала основою роботи творчого об'єднання учителів фізики м. Суми і Сумської області. Сутність цієї моделі полягає у тому, що вона інтегрувала позитивні якості різних поглядів на організацію навчання у загальноосвітній школі, зокрема традиційного, проблемного, програмованого навчання, та врахувала результати науково-педагогічних досліджень у цій галузі педагогічної науки.

Інтегративна модель навчального процесу з фізики ґрунтується на трьох вихідних принципах. В одному з них визначається загальне поняття «навчання»: *Навчання* – це перетворення досвіду людства у досвід тих, хто навчається. Аби з'ясувати зміст цього твердження, треба звернутися до понять: «досвід», «перетворення», «діяльність». У філософській літературі під досвідом розуміють і взаємодію суспільного суб'єкта із оточуючим світом, і результати цієї взаємодії. Під «*досвідом людства*» розумітимемо результат взаємодії попередніх поколінь людей з оточуючим світом, який відображений у знаннях про цей світ і раціональних способах діяльності. Під «*досвідом тих, хто навчається*» розумітимемо і результат взаємодії з навколишнім світом, і саму взаємодію.

Навчання – специфічний вид діяльності (діяльність навчання), яка є системою двох діяльностей – викладання і учіння. Діяльність викладання визначає взаємодії вчителя з навчальним змістом. Діяльність учіння визначає взаємодії учня з навчальним змістом. Діяльність навчання, як система попередніх, не пов'язується з діяльністю деякого суб'єкта, вона визначає систему дій, які необхідно виконати з навчальним змістом, щоб досягти поставленої мети навчання. Ці дії можуть бути виконані вчителем, учнем або колективно суб'єктами навчального процесу. Закономірна послідовність дій діяльності навчання і є процесом навчання [60, 49].

В основі навчання лежать дві групи перетворень, які здійснюються суб'єктами під час їх взаємодій з ідеальними або реальними об'єктами: а) перетворення ідеальних об'єктів у досвіді людства у реальні об'єкти для учнів; б) перетворення цих реальних об'єктів у суб'єктивні ідеальні об'єкти учнів [60].

Саме ці перетворення і визначають процеси пізнання, засвоєння учнями навчального матеріалу. Перетворення ідеальних об'єктів у досвіді людства у реальні об'єкти для учнів, а також, реальних об'єктів на ідеальні об'єкти школярів відбувається у формах опредмечування й розпредмечування.

Під *опредмечуванням* розуміють процес матеріалізації у людській діяльності інформаційно-сміслових (мислительних) структур, схем. Переведення у предметний план, форму буття абстракцій, образів, здатностей, що реалізується як відтворення первинної або створення вторинної (штучної) природи [170].

*Розпредмечування* – процес переведення предметів із форми матеріального буття, у модельно-аналогову, образно-символьну чи іншу, у якому властивості, сутність, «логіка предмету» стають надбанням людини, її здібностей, завдяки чому останні розвиваються і наповнюються предметним змістом.

Взаємозв'язок цих процесів можна описати так. В уявленні вчителя, сформовані суб'єктивні ідеальні об'єкти, які відображають знання про компоненти змісту шкільного курсу фізики, їх системи, та раціональні способи діяльності, що ґрунтуються на цих знаннях. У результаті навчальної діяльності аналогічні суб'єктивні ідеальні об'єкти мають бути сформовані в уявленні учнів. Безпосередня трансляція ідеальних об'єктів від учителя до учнів неможлива, а отже, між-іншим, беззмістовно говорити і про традиційну «передачу знань». Учитель, маючи на меті формування в уявленнях учнів суб'єктивних ідеальних об'єктів, спочатку створює у себе уявний наочний образ цього об'єкту – його уявну модель, а потім її «опредмечує», тобто на її основі будує матеріальну модель, яка відображає лише найістотніші властивості об'єкту. Розуміння учнями матеріалізованої моделі (її «розпредмечування») відбувається у зворотному порядку: спочатку школярі чуттєво сприймають модель, усвідомлюють, узагальнюють, систематизують інформацію про фізичні об'єкти, їх властивості, зв'язки між ними, відображені у моделі, а потім будують відповідну уявну модель – наочний образ модельованого об'єкта, який у свідомості тих, хто навчається трансформується у суб'єктивний (для учня) ідеальний об'єкт.

Пізнання і засвоєння компоненту змісту курсу фізики відбувається у циклі

навчального процесу. Цикли процесу навчання можуть вивчатися послідовно один за одним. Але є цикли, під час яких формується поняття, яке відіграє роль генеральної лінії розвитку змісту, у яку входять інші цикли. Усі цикли навчального процесу, в яких відбувається формування цілісних уявлень про компонент навчального змісту шкільного курсу фізики, являють собою процес розв'язування систем задач (навчальних, пізнавальних, практичних) та мають однакову базову структуру [62, 10]:

*I. Висування навчальної задачі* (мотивація наступної діяльності учнів).

*II. Прогнозування наступної діяльності* (визначення системи завдань, виконання яких дозволить розв'язати навчальну задачу).

*III. Вивчення нового матеріалу* (розв'язування пізнавальних завдань, послідовне введення істотних ознак компоненту змісту навчального предмета).

*IV. Узагальнення і систематизація вивченого* (створення системи істотних ознак, що розкривають зміст компонента).

*V. Розв'язування навчальної задачі* (демонстрація узагальненого способу діяльності).

*VI. Робота з результатом* (розв'язування фізичних задач, включення вивченого до загальної системи знань).

Структура циклу у загальному вигляді зберігається під час вивчення будь-якої одиниці навчального змісту та визначає узагальнену послідовність спільних дій вчителя й учнів. Водночас кожен етап циклу набуває конкретного змісту в залежності від навчального матеріалу, що вивчається, і раціональних способів діяльності, які при цьому використовуються. Мотивацію навчальної діяльності забезпечує постановка навчальної задачі.

Аналіз науково-методичних праць українських методистів-фізиків [2], [114], [125], [132], [133], [135] дає підстави зробити висновок, що найбільш дискусійними й суперечливими є ті частини праць, які стосуються розкриття змісту поняття «навчальна задача». Враховуючи багатоаспектність використання даного поняття у різних сферах людської діяльності, дати йому однозначне тлумачення вкрай складно.

Однак у різноманітних визначеннях поняття «задача» можна виділити спільний для них набір її зовнішніх ознак: 1) у задачі обов'язково є вимога або запитання, яке визначає мету наступної діяльності; 2) пошук відповіді на вимогу або запитання задачі завжди передбачає виконання ланцюга умовиводів, частина посилок для яких міститься в умові задачі, а частина знаходиться на підставі або одержання нової даних, або використання вже відомих знань; 3) в задачі у явному або прихованому вигляді розглядається деякий реальний об'єкт; 4) розв'язування задачі – це діяльність, структура якої визначається загальною структурою людської діяльності [60], [114], [125], [133].

Нами виявлено, що у вказаних роботах під навчальними задачами розуміють всі задачі, які використовуються у навчанні фізики. Однак не враховується той факт, що різні групи задач, які відносять до «навчальних» відрізняються як за своєю метою, так і за змістом діяльності з їх розв'язування. На наш погляд, важливо чітко розрізнити *навчальні*, *пізнавальні* й *практичні* задачі відповідно до їх ролі і місця у навчальному процесі [60], [62], [119].

*Навчальна задача* має характерні особливості: 1) вона повинна викликати в учнів позитивне ставлення до предмета наступної діяльності і самої діяльності; 2) може бути розв'язана тільки після вивчення нового матеріалу; 3) має бути типовою, тобто задачею, спосіб розв'язування якої є загальним принциповим підходом до розв'язання певного класу задач; 4) спосіб розв'язування цієї задачі є способом застосування введеного поняття до конкретної ситуації. *Пізнавальна задача* має на меті виявлення істотної ознаки компонента, що вивчається. *Практична (фізична) задача* відрізняється від навчальної тим, що для її розв'язання в учнів є знання про відповідні компоненти змісту курсу фізики, необхідно лише правильно ними скористатися [62].

Вказана вище структура циклу навчального процесу відповідає структурі процесу засвоєння знань. Не персоніфікуючи систем дій суб'єктів навчального процесу, можна стверджувати, що *процес засвоєння знань* про одиниці навчального змісту шкільного курсу фізики – фізичні явища, величини, закони тощо відбувається у такі етапи: 1) сприйняття й усвідомлення навчального

матеріалу, осмислення об'єктивних зв'язків і відношень між предметами і явищами, розкриття їх внутрішньої структури і сутності; 2) запам'ятання; 3) узагальнення і систематизація. У реальному процесі засвоєння знань важко виокремити ці елементи. Проте на окремих етапах цього процесу може переважати сприйняття, усвідомлення, осмислення, узагальнення чи систематизація [6], [130], [165].

*Усвідомлення* – безпосереднє відображення у свідомості вивченого явища або того, що відбувається у дійсності, об'єкта, факту [170]. Воно полягає у виділенні з цілого об'єкта або його компонентів окремих ознак, зв'язків між ними. Усвідомлення – це головним чином розуміння частин цілого, елементів системи, значень, об'єктів і окремих слів. У зазначеній структурі циклу навчального процесу усвідомлення виявляється в тому, що під час аналізу реального об'єкта, який розглядається в даній навчальній задачі, виділяється предмет наступної діяльності, потім виділяються і вивчаються окремі його істотні ознаки – відбувається розуміння частин цілого.

*Осмислення* означає більш високий ступінь розуміння. Воно полягає у розкритті об'єктивних зв'язків між окремими елементами цілого, що вивчається. Осмислення – це розуміння цілого. Осмислити ту чи іншу подію означає визначити її місце серед інших подій, причини, які її викликали. У реальному навчальному процесі усвідомлення і осмислення відбуваються одночасно.

*Узагальнення* передбачає виділення подумки будь-яких властивостей, які належать деякому класу предметів, перехід від поодинокого до загального.

Під *систематизацією* розуміють діяльність, в процесі якої об'єкти, що вивчаються, організуються в певну систему, у якій чітко розрізняються її окремі компоненти і зв'язки між ними [153].

Утворення ідеального об'єкту і передбачає осмислення змісту одиниці навчального матеріалу як цілого, включення його у загальну систему знань. Отже, цей процес розпочинається з виділення окремих ознак предмета вивчення, потім продовжується під час створення їх системи, застосування даної системи у різних ситуаціях.

Із засвоєнням учнями навчального матеріалу тісно пов'язаний процес його *розуміння*. Визначення поняття "розуміння", що зустрічаються в науковій (найчастіше у філософській) літературі, у більшій чи меншій мірі або повторюють, або конкретизують словникові визначення.

Розуміння – це: 1) пізнання закономірностей, проникнення у суть якого-небудь явища, процесу [159, 842]; 2) усвідомлення зв'язків між предметами реального світу в їх узагальненому і опосередкованому відображенні [74]; 3) універсальна операція мислення, пов'язана із засвоєнням нового змісту, включенням його в систему усталених ідей і уявлень [170].

Розглядаючи розуміння, як дидактичну проблему, нами за основу було прийнято визначення, запропоноване Т.Г. Кісліциною «це особлива форма реалізації свідомості, що є інтегральним актом, за допомогою якого відбувається інтеріоризація нового знання у загальну (наявну) структуру свідомості [68, 64].

Розуміння навчального матеріалу визначається якістю відображених в уяві образів, які можна охарактеризувати глибиною і повнотою. Глибина розуміння характеризується змістом структури образу, його зв'язків і смислу відношень з іншими образами, включеності його в класи й підкласи понять. Тобто під час сприйняття об'єкта в уяві формується його образ з чіткою ієрархічною структурою, що включає всі необхідні зв'язки, а також смислові відношення з іншими образами, який можна зобразити схематично (рис. 1.1). Повнота розуміння об'єкта під час його сприйняття характеризується кількістю дійсних і уявлених в образі властивостей і зв'язків між ними [74], [170]. Вказані параметри (глибина й повнота) визначають ступінь розуміння навчального матеріалу. Тобто характеризують уміння учнів виділити в об'єкті розуміння головні, істотні, визначальні ознаки, властивості тощо, зіставити їх з потрібними, релевантними образами. Таким чином, діагностика повноти та глибини розуміння дозволить зробити висновок про рівень розуміння навчального матеріалу в цілому.

Таким чином, організація відповідних видів діяльності учнів, спрямованих на засвоєння ними певних знань, може бути ефективною лише в умовах їх



інтеграції. А, отже, основою організації навчального процесу має бути діяльнісний підхід, який забезпечує системний педагогічний вплив на учнів шляхом взаємозв'язку навчального матеріалу та навчальних дій. Діяльнісний підхід забезпечує зростання рівня активності учнів у діяльності, а також позитивні зміни у відношенні особистості до діяльності. Отже, загальний результат досягається на основі методичних впливів, які визначають процес виконання навчальних дій, а також оцінювання і самооцінювання результатів діяльності. Очевидно, що особливого значення діяльнісний підхід набуває в організації начально-виховного процесу з фізики, оскільки забезпечує реалізацію як конструктивної, так й аналітичної діяльності учнів.

### **1.3. Психолого-педагогічні умови вивчення механіки у загальноосвітніх навчальних закладах**

Механіка тісно пов'язана з багатьма іншими розділами фізики. Ряд понять і методів механіки при відповідних узагальненнях знаходять застосування в оптиці, статистичній фізиці, квантовій механіці. Поняття і закономірності механіки широко застосовуються у молекулярно-кінетичній теорії для пояснення механізму теплових явищ (кінетична і потенціальна енергія молекул, імпульс та закони його збереження). Отже, повне й глибоке розуміння учнями одиниць навчального змісту механіки має створити підґрунтя для розуміння більш складних компонентів інших розділів шкільного курсу фізики. Тому від засвоєння навчального матеріалу з механіки залежить успішність оволодіння учнями змістом фізичної освіти у середньому навчальному закладі в цілому.

Принцип індивідуалізації навчання передбачає знання та врахування загальних психофізіологічних особливостей учнів конкретних вікових груп, які забезпечують можливості розуміння навчального матеріалу кожним учнем. Однак пізнавальні можливості учнів восьмих та десятих класів, а також навчальний час, що відводиться на вивчення механіки у непрофільних класах значно впливають на глибину та повноту розкриття відповідних питань. Специфіка педагогічних умов

детермінована не лише сутністю і змістом предметної підготовки учнів, але й особливостями профілізації сучасної школи. Існування різних типів загальноосвітніх навчальних закладів: шкіл, ліцеїв, гімназій, створення класів із різною профільною орієнтацією, передбачає відмінності у змісті навчального предмету, що у них вивчається. Зміст підручників з фізики, написаних різними авторами, має ряд відмінностей у структурі й викладенні одних і тих самих питань шкільної програми. Щоб з'ясувати необхідність та доцільність застосування засобів мультимедіа під час вивчення механіки, необхідно виокремити базові одиниці навчального змісту цього розділу, розуміння яких з використанням традиційних методів та засобів навчання викликає в учнів утруднення, з метою пошуку шляхів для їх подолання.

Відповідно до глибини засвоєння навчального матеріалу та складності використання математичного апарату, вивчення компонентів навчального змісту механіки як розділу фізики відбувається у два етапи (8-й та 10-й клас відповідно до чинної програми [136], 7-й та 9-й клас згідно з новою програмою [172]). Така побудова змісту дозволяє враховувати пізнавальні можливості учнів, поступово поглиблюючи й узагальнюючи навчальний матеріал. Терміни вивчення механіки в основній школі за віковою періодизацією розвитку особистості відповідають підлітковому періоду. На даному етапі мислення представлено двома формами: конкретним (образним) і абстрактним (вербально-логічним). У міру розвитку, у когнітивній сфері підлітка відбуваються суттєві структурні зміни, що виражаються у переході від предметного й наочного до абстрактного й формального мислення [79]. Отже, використання у навчальному процесі як конкретно-образних характеристик фізичних об'єктів, так і логічних, абстрактних, понятійних зав'язків і відношень, має чітко відповідати рівню складності навчального матеріалу. Зайве спрощення, як і ускладнення, не відповідаючи рівню інтелектуальних можливостей учня, знижує ефективність розуміння й засвоєння [68].

Починаючи вивчення механіки (7-8-й класи), учні зазнають труднощів при необхідності абстрагуватися від наочного образу фізичного поняття до змісту

його істотних ознак. Свідченням цього є помилкові уявлення школярів про *траєкторію руху* тіла. Так, не зважаючи на те, що вказане поняття відоме восьмикласникам із курсу природознавства, у ході дослідження нами виявлено складнощі у розумінні учнями його фізичного змісту. Результати констатувального етапу педагогічного експерименту свідчать, що школярі схильні ототожнювати траєкторію руху зі слідами, які залишають рухомі тіла у намаганнях унаочнити її образ. Так, розв'язуючи задачу на знаходження траєкторії руху зайця, який стрибає по снігу, близько 74 % школярів помилково вказували на сліди тварини. Для розв'язання даної проблеми у розумінні учнями визначення траєкторії руху, виникає необхідність доповнити пояснення використанням засобів візуалізації, які ілюстрували б перехід від траєкторії, що збігається зі слідом рухомого тіла до траєкторії – лінії, яка є результатом уявлення, та дозволяли підкреслити головну особливість механічного руху – його безперервність.

Під час формування у школярів поняття про рівномірний рух тіла важливо зосередити увагу учнів на головній його особливості – достатньою умовою рівномірності руху є рівність шляхів, пройдених за будь-які рівні інтервали часу [14], [58], [156]. Утім учні схильні вважати рух рівномірним, якщо тіло проходить за рівні інтервали часу однакові шляхи, не враховуючи вимогу: за будь-які рівні інтервали часу. Це помилково, бо за одні рівні інтервали часу швидкість може дійсно змінюватися однаково й тіло пройде однакові шляхи, а за інші часові інтервали цього може й не відбутися (приклад: рух секундної стрілки годинника).

Значні труднощі у постановці демонстраційного експерименту під час демонстрації рівномірного руху пов'язані з недосконалістю методів прямого вимірювання швидкості руху тіла. Остання, як правило, визначається на основі непрямих вимірювань. У методичній літературі [32], [66], [96], [97], [187], [178] представлені різні способи реєстрації положення рухомого тіла під час демонстрації *прямолінійного рівномірного руху*. Загалом з цією метою використовують прилади, у яких рух тіла відбувається горизонтально, і його положення реєструються через рівні інтервали часу, після чого роблять висновок

про характер руху.

Результати спостережень за роботою вчителів у ході констатувального етапу дослідження дозволяє стверджувати, що на практиці досягти істинно рівномірного руху тіла досить складно (з високим ступенем наближення рівномірним можна вважати рух тіла лише на певній ділянці), тому і демонстрація рівномірності руху наявними у школі засобами виявляється складним завданням. Використання крапельниці [66], [97] чи обертального диску з пензликом, змоченим фарбою [96], не забезпечує необхідної точності для отримання переконливих результатів та призводить до невиправданих витрат часу на уроці. Використання стробоскопічного методу вивчення рівномірного руху тіла [58] можливе у випадку демонстрації тільки певної ділянки шляху, на якій його рух можна вважати рівномірним. Спосіб реєстрації положень бульбашки у вертикальній трубці з рідиною через рівні інтервали часу теж потребує удосконалення. Виникає об'єктивна необхідність використання демонстраційних комп'ютерних моделей, у яких буде показано процес реєстрації положення рухомого тіла через рівні інтервали часу та з переконливою очевидністю відображено рівність будь-яких відрізків шляху, пройдених за однакові інтервали часу.

Традиційно, розглядаючи конкретні приклади, восьмикласники будують та аналізують графіки різних видів руху. Не зважаючи на те, що з графічним представленням функцій та методом побудови графіків учні знайомі з курсу математики 6-7-го класів [136], практика показує, що уміння роботи з графічною інформацією, зокрема, побудова, читання та аналіз графіків функцій першого та другого степенів викликає у школярів значні утруднення. У непоодиноких випадках вони ототожнюють графічну залежність координати від часу з траєкторією руху тіла. У ході дослідження нами встановлено, що під час введення цих графіків доцільно використовувати допоміжні зображення, які встановлюють зв'язок між спостережуваним явищем і процесом побудови графіку.

Поняття про *силу пружності* вводять на основі дослідів. В існуванні такої сили учні переконуються під час спостереження, наприклад, за відновленням

форми деформованої лінійки (пружини), зафіксованої в горизонтальній площині у затискачах штативу, після зняття з неї тягарця. Варто зазначити, що подібні демонстрації дають можливість лише констатувати факт існування сили пружності. Аби розкрити суть та механізм її виникнення таких спостережень не достатньо. Для забезпечення глибокого розуміння механізму утворення сили пружності як результату деформації тіла необхідно доповнити викладання демонстрацією комп'ютерної моделі, у якій в динаміці поетапно було б відтворено процес виникнення сил пружності під час деформації тіл.

Наступне абстрактне поняття у курсі фізики основної школи, що не має наочного вираження – *механічна енергія*. Поняття енергії дуже тісно пов'язане з її збереженням, переходом із одного виду в інший завжди в строго еквівалентних кількостях. Не встановивши еквівалентів різних видів енергії, ми не можемо показати всього значення цієї величини. У цьому випадку, як зазначає Є.М. Горячкін, вчитель, не може ні привести достатньої кількості фактів, ні додати їм належного висвітлення, щоб на основі їх в учнів склалося закінчене і широке поняття про енергію і закони її збереження [32, 361].

Розглядаючи питання про взаємне перетворення видів механічної енергії, встановлюють, що зменшення одного виду енергії приводить до збільшення іншого її виду. З цією метою у шкільній практиці демонструють дослід з маятником Максвела, вказуючи на збільшення швидкості руху диску під час його падіння та зменшення швидкості його руху під час підйому та порівнюючи зі зміною потенціальної енергії з висотою. Дану демонстрацію не можна вважати досить вдалою у методичному відношенні, оскільки виникають певні складнощі у виокремленні видів енергій у коливаннях, а згасаючий їх характер коливальних скорочує час демонстрації до 3-4 періодів. Процес перетворення енергії з одного виду на інший, зручно показати на прикладі коливань пружинного маятника. Під час цих коливань змінюються: потенціальна енергія тіла піднятого над Землею, потенціальна енергія пружно деформованого тіла (пружини), кінетична енергія. Про зміну кожного виду енергії можна судити за змінами висоти, видовження пружини, швидкості. При цьому доповнення реальних демонстрацій

зображеннями, які дозволять показати зміну кінетичної енергії тіла, що коливається зі зміною його швидкості, зміну потенціальної енергії тіла у залежності від висоти та візуалізувати потенціальну енергію стиснутої пружини, дасть змогу забезпечити глибоке і повне розуміння школярами цих понять.

Відмінністю навчання фізики в основній та старшій школі є глибина й обсяг вивчення фізичних теорій, а також застосування отриманих знань для розв'язання теоретичних та експериментальних завдань. Вивчення механіки як розділу фізики на другому концентрі (9-10-й класи) співпадає з початком періоду ранньої юності, для якого характерною є зміна співвідношення між конкретно-образним та абстрактним мисленням на користь останнього. Основна особливість розумової діяльності старшокласників – більш високий рівень розвитку абстрактного, формального, теоретичного мислення. Отже, маємо сприятливі умови для формування основ наукових знань та опанування способом наукового мислення. Однак актуальним залишається твердження Г.В. Самсонової, що зміст матеріалу з механіки на другому концентрі вимагає знання складнішого математичного апарату та використання просторових уявлень [146, 8].

Аналіз методичних джерел [32], [58], [96], [97], [187] показує, що зміст розділу "Механіка" шкільного курсу фізики, що вивчається у старшій школі, еволюціонував протягом останніх десятиліть у таких напрямках: 1) обґрунтування введення основних понять і законів необхідністю розв'язання основної задачі механіки – визначення положення рухомого тіла у будь-який момент часу; 2) вивчення змісту цього розділу на векторній основі; 3) забезпечення відповідності змісту понять та законів шкільного курсу механіки сучасній фізичній науці.

Реалізація першого із цих напрямів дає змогу, виходячи з основної задачі механіки, встановити логічний зв'язок між групами питань, що належать різним її підрозділам, що допомагає учням зрозуміти необхідність та послідовність їх вивчення. У *кінематиці* з'ясовується, що положення рухомої матеріальної точки у будь-який момент часу можна виявити, знаючи рівняння руху – залежність координат (переміщення, шляху) від часу. У *динаміці* з'ясовується, що для користування зазначеними рівняннями треба знати прискорення. Способи

розв'язування цієї навчальної задачі є предметом вивчення динаміки. Наступний етап пов'язаний з розв'язуванням основної задачі механіки у випадках, коли не можна визначити всі сили, які діють на рухоме тіло, або коли невідомі закони зміни цих сил. Розв'язати такі задачі можна за допомогою *законів збереження* – закон збереження імпульсу та закон збереження механічної енергії. *Механічні коливання* розглядають як приклад застосування законів класичної механіки.

У відповідності до вищесказаного, розкриття поняття *механічного руху* на II концентрі пов'язується з основною задачею механіки. При введенні поняття про механічний рух важливо, щоб учні зрозуміли та добре усвідомили основну його особливість – відносність. Логіка структури даного поняття передбачає необхідність введення поняття системи відліку, формування знань учнів про траєкторію руху тіла та її відносність, пройдений тілом шлях та його переміщення, повторення при цьому відомостей про векторні величини, ознайомлення з рівномірним прямолінійним рухом, швидкістю руху тіла, завершуючи законом додавання швидкостей. Труднощі усвідомлення *відносності руху* витікають із складності розуміння школярами того, що усі кінематичні величини та характеристики руху тіла (координати, швидкість руху прискорення, шлях, траєкторія руху матеріальної точки) залежать від вибору системи відліку. Під час пояснення відносності руху та введення закону додавання швидкостей учителі, як правило, використовують мисленні експерименти або спираються на демонстрації, наприклад, рівномірного і прямолінійного руху візка по поверхні платформи, яка рухається рівномірно й прямолінійно по горизонтальній поверхні столу. Однак, перевірка письмових робіт десятикласників засвідчує, що під час розв'язування фізичних задач у школярів виникають труднощі з розумінням та описом руху тіла, яке перебуває в рухомій системі відліку відносно нерухомої. Пов'язано це з багатьма причинами, серед них недостатня розвиненість в учнів просторового мислення та абстрактної уяви.

Щоб подолати вказані труднощі, необхідне використання відповідних моделюючих програм, що дозволяли б «переходити» спостерігачеві з однієї системи відліку до іншої для спостереження руху тіла.

За даними нашого дослідження, поряд з утрудненнями у розумінні фізичної природи явищ і процесів мають місце труднощі, пов'язані з математичною підготовкою школярів. Прийнятий в Україні Державний стандарт базової та повної середньої освіти [39] відносить фізику та математику до різних освітніх галузей. Це ускладнює організацію узгодження навчальних програм з цих дисциплін. За навчальними програмами питання механіки у ШКФ вивчають набагато раніше, ніж учні оволодівають необхідним для їх розуміння математичним апаратом на уроках математики. А це опосередковано знижує доступність курсу фізики. Одним із прикладів є формування в учнів поняття про *миттєву швидкість* руху. З наукового погляду швидкість руху матеріальної точки – це границя відношення вектора її переміщення до інтервалу часу, за який це переміщення відбулося, коли останній прямує до нуля. Сформулювати точне означення швидкості руху через похідну у шкільному курсі фізики не виявляється можливим, оскільки вивчення основ математичного аналізу у курсі математики діючою програмою передбачено в 11 класі. Отже, глибоке і повне розуміння учнями поняття миттєвої швидкості пов'язане з володінням якісно іншим математичним апаратом, ніж властивий школярам на етапі його вивчення.

Традиційно, зміст поняття миттєвої швидкості руху у шкільному курсі фізики розкривають на основі поняття середньої швидкості та ідеї безперервності руху [96], [97], [146]. З цією метою традиційно використовують різні методи та прийоми: розглядають та аналізують стробоскопічні знімки рухомого тіла [187], демонструють досліди з використанням електросекундоміра і датчиків [66], проводять мислений експеримент [146]. Однак деякі автори дають означення миттєвої швидкості руху, використовуючи поняття границі [2], [157], [174] та навіть розкривають її зміст через фізичний зміст похідної [174, 47]. У дидактичному відношенні таку тенденцію не можна вважати раціональною з певних об'єктивних причин. По-перше, самі відомості з математичного аналізу потребують певного рівня розвитку абстрактного мислення школярів, яке у десятикласників розвинуте у меншій мірі, ніж у випускників школи. Доречно зауважити, що результати спеціально організованого нами опитування вчителів



математики та викладачів ВНЗ підтверджують існування складнощів у розумінні понять границі та похідної не лише школярами, а й студентами 1-х курсів. При цьому важливо усвідомлювати, що математичні поняття мають бути добре засвоєні, а оперування ними доведене до автоматизму, аби створилося підґрунтя для розуміння їх фізичної сутності. Однак, у програмі з фізики не передбачено навчального часу на введення допоміжних понять, у результаті ознайомлення з ними відбувається поверхово, без глибокого виникнення та не може забезпечити ґрунтового розуміння учнями істотних ознак миттєвої швидкості.

Отже, для строго логічного викладання основ механіки в шкільному курсі фізики виникає необхідність у поясненні сутності вказаного поняття, оперуючи відомими учням поняттями. Тому під час введення поняття миттєвої швидкості руху пояснення варто доповнити демонстрацією комп'ютерних моделей, які дозволять показати, як визначити скінченний малий інтервал часу – фізично малу величину. Тоді середня швидкість за дуже малий інтервал часу і буде швидкістю тіла у даний момент часу або у даній точці.

Як свідчить аналіз визначень, наведених у сучасних підручниках з фізики старшої школи, рух із незмінним прискоренням, як правило, називають рівноприскореним. Після цього стверджується, що «рівноприскорений рух може бути власне прискореним, коли швидкість тіла з часом зростає, і сповільненим, коли вона спадає» [75, 33]. Подібні твердження зустрічаються у більшості шкільних підручників у [7], [25], [157], [174]. Такі підходи до визначення вказаного вище поняття, з позицій когнітивної лінгвістики, призводять до його неоднозначного тлумачення, викликаючи асоціативні зв'язки між його складовими – рівноприскорений рух інтуїтивно асоціюється з прискореним рухом тіла. При цьому варто відзначити, що і у методичній літературі, і у практиці роботи шкіл значно більша увага приділяється розгляду випадку саме прискореного руху. Як наслідок, мають місце утруднення в оперуванні школярами поняттям сповільненого руху. Розглядаючи рух із незмінним прискоренням, варто називати його *рівнозмінним*. Тоді рівнозмінний рух можна поділити на рівноприскорений (з прискоренням спрямованим у напрямі руху) і

рівносповільнений (з прискоренням спрямованим проти руху). Спільним у визначеннях рівномірного і рівнозмінного рухів залишається наявність умови: "за будь-які рівні інтервали часу".

Проблемою і у старшій школі для учнів залишається вміння роботи з графічною інформацією: побудова, читання і аналіз графіків функцій першого та другого степенів під час опису кінематики прямолінійного рівномірного й рівнозмінного рухів. Утруднення у школярів викликають вправи, які вимагають за графіками описати характер руху тіл та пояснити фізичний зміст точок перетину графіків між собою та з віссю часу. Під час розв'язування задач графічним методом поширеними є помилки, пов'язані з вибором системи відліку та невмінням правильно будувати відповідні графіки.

Системи дій учнів, що пов'язані із зазначеними вміннями, набудуть фізичного змісту за умови створення у свідомості учня образу фізичного явища, як результату перетворення в нього геометричного образу, яким є графік – предмет навчальної діяльності й привласнення цим явищам тих кількісних характеристик, що виявляються під час аналізу графіка. Для досягнення цієї мети необхідно під час введення графіку йти від образу фізичного явища до геометричного його образу. З цією метою зручно використати цифрові засоби, що відображають рух тіла й одночасно будують функціональні залежності.

Визначальним для системи вітчизняної загальної середньої освіти є забезпечення відповідності змісту понять та законів шкільного курсу механіки сучасній фізичній науці. Відображенням цього напряму є генералізація навчального матеріалу механіки курсу фізики старшої школи навколо структури *фізичної теорії* як провідної форми наукового знання [99]. Ознайомлення учнів зі структурою фізичної теорії під час вивчення механіки розв'язує подвійну задачу: забезпечує засвоєння основ наукових знань та опанування способом наукового мислення. Ключове значення при цьому мають фундаментальні досліди [137], [145], [166], [167]. До фундаментальних відносять досліди Г. Кавендіша, що стали початком визначення гравітаційної сталої  $G$ . Однак проблема полягає у тому, що відтворення цих експериментів у шкільних умовах становить певні труднощі. Так,

під час постановки дослідів Г. Кавендіша складно усунути вплив повітряних течій та коливань системи. Вплив цих факторів призводить до неефективності демонстрації. Тому у шкільній практиці цей фундаментальний дослід найчастіше не розглядається взагалі, або ж про нього просто згадують, деколи посилаючись на рисунки у підручнику. Значні перспективи в реалізації подібних фундаментальних дослідів мають засоби комп'ютерного моделювання.

Отже, засвоєння учнями навчального матеріалу з механіки забезпечує повне та глибоке розуміння ними більш складних компонентів інших розділів шкільного курсу фізики, а також успішність оволодіння учнями змістом фізичної освіти у середньому навчальному закладі в цілому. Побудова змісту курсу механіки дозволяє поступово поглиблювати й узагальнювати навчальний матеріал, спираючись як на конкретно-образне, так й на абстрактне мислення. Тому, актуальним залишається питання про використання просторових уявлень, а тому виникає необхідність у доповненні пояснення навчального матеріалу демонстрацією комп'ютерних моделей. Особливістю курсу механіки є ще й те, що у процесі його вивчення відбувається генералізація навчального матеріалу навколо структури *фізичної теорії* як провідної форми наукового знання. Ознайомлення учнів зі структурою фізичної теорії під час вивчення механіки забезпечує як засвоєння основ наукових знань, так і опанування способом наукового мислення, тому ключового значення при цьому набувають фундаментальні досліді, що теж вимагає застосування відповідного комп'ютерного забезпечення [90], [166].

Таким чином, підсумовуючи вищезазначене, приходимо до висновку, що розуміння учнями навчального матеріалу з механіки є важливою дидактичною проблемою. Аналіз психолого-педагогічних умов її вивчення та особливостей когнітивних процесів учнів відповідних вікових груп показує, що ефективність навчання механіки може бути забезпечена шляхом його візуалізації засобами мультимедіа. Це вимагає доповнення наявної системи дидактичних засобів та застосування спеціальних педагогічних прийомів для формування повного циклу пізнавальної діяльності учнів.

#### **1.4. Вплив мультимедійних технологій навчання на розуміння учнями компонентів змісту механіки у курсі фізики загальноосвітньої школи**

Запозичений з англійської, термін «мультимедіа» не має однозначного тлумачення в українській мові. Аналіз етимології даного терміну засвідчує, що в англійській літературі його називають «ill-defined», тобто невдалим визначенням [26]. В англійській літературі можна зустріти кілька понять – «multimedia» (мультимедіа), «multiple media» (множинні середовища передачі даних) «media content» (набір шаблонів та форматів для створення цифрового відео, звуку, анімації, графіки) [188], [189], [191]. У «Новому тлумачному словнику української мови (у трьох томах)»: «Мультимедіа (англ. multimedia від лат. multum – багато й media, medium – середовище; засоби), електронний носій даних, що включає кілька її видів (текст, зображення, анімація та ін.)...»[105]. У «Словнику іноземних слів»: Мультимедіа – сукупність комп'ютерних технологій, що одночасно використовують кілька інформаційних середовищ: графіку, текст, відео, фотографію, анімацію, звукові ефекти, високоякісний звуковий супровід. [158].

У науково-методичних джерелах [1], [17], [18], [44], [57], [70], [87], [89], [90], [100], [111], [147], [149], [181] автори або обмежуються перекладом самого терміну, або наводять контекстуальні визначення, зміст яких відображає той факт, що мультимедіа містить у собі текстові, графічні, анімаційні, відео- й аудіо- дані та допускає різні способи їх структурування, інтегрування й представлення, або ж просто передають його значення дослівно як «багатосередовищність».

Поділяючи погляди О.П. Пінчук [127], вважаємо доцільним уникати використання терміну «мультимедіа», розрізняючи поняття «мультимедійні технології», «мультимедійні засоби» та «мультимедійні продукти».

Враховуючи концептуальну ідею нашого дослідження, під *мультимедійними технологіями навчання* будемо розуміти принципи організації навчального процесу на основі засобів, котрі утворюють багатокомпонентне інтерактивне інформаційне середовище, у якому дидактичний матеріал структурований у відповідності до психолого-естетичних законів, що позитивно

впливає на ефективність перебігу когнітивних процесів користувача.

*Мультимедійні засоби* – дидактичні засоби, за допомогою яких можна одночасно проводити операції зі статичними та динамічними зображеннями, відеофільмами, анімаційними графічними образами, текстами, мовним і звуковим супроводом. До числа таких сучасних засобів, у першу чергу, необхідно віднести сенсорні мультимедіа-дошки, інтерактивні пристрої (що кріпляться на звичайній маркерній дошці) та інтерактивні проектори, основне призначення яких – демонстрація мультимедіа-даних на великому сенсорному екрані. Принцип роботи таких комплексів полягає у виведенні на сенсорний дисплей зображення робочого столу персонального комп'ютера з можливістю керувати графічним інтерфейсом операційної системи комп'ютера з поверхні екрану. Учитель, таким чином, отримує ряд можливостей щодо маніпулювання зображеннями фізичних об'єктів на поверхні екрану у процесі подання навчального матеріалу [115], [120], [122], [190], [193], [194].

Для ефективного використання мультимедійних засобів у навчальному процесі необхідно виявити їх можливості у пред'явленні, мультимедійних даних та провести психолого-педагогічний аналіз впливу можливостей цих засобів на організацію навчальної діяльності учнів.

Об'єктивна необхідність використання мультимедійних засобів у процесі навчання обумовлена їх великим впливом на процеси розуміння й запам'ятовування, пов'язаним зі специфікою візуалізації навчального матеріалу.

*Візуалізація* (від латинського *visualis* – той, що сприймається візуально) у словнику іншомовних слів визначається як представлення фізичного явища або процесу у формі, зручній для зорового сприйняття [158]. У відомих педагогічних концепціях – теорії схем (Р.С. Андерсон, Ф. Бартлетт) та теорії фреймів (Ч. Фолкер, М. Мінський та ін.) під візуалізацією розуміють винесення у процесі пізнавальної діяльності з внутрішнього плану у зовнішній план мислеобразів, форма яких стихійно визначається механізмом асоціативної проекції [92]. Аналогічним чином поняття візуалізації тлумачить А.А. Вербицький: «Процес візуалізації – це згортання мислительних сутностей у наочний образ; сприйнятий

образ може бути розгорнутий і служити опорою адекватним розумовим і практичним діям» [21]. У цьому контексті основна задача аудіовізуального образу полягає у допомозі учневі у сприйнятті та мисленому створенні у власній свідомості предметного психічного образу фізичного явища чи процесу, які вивчаються.

Теоретичною базою для обґрунтування дидактичного потенціалу мультимедійних технологій у візуалізації навчального матеріалу є результати досліджень у сфері когнітивної психології. Людська свідомість використовує два механізми мислення, які визначають індивідуальні особливості пізнання та творчості особистості. Один з них дозволяє працювати з абстрактними ланцюгами символів, з текстами і т.п. цей механізм мислення зазвичай називають символічним, алгебраїчним або логічним. Інший механізм мислення забезпечує роботу з чуттєвими образами та уявленнями про ці образи. Його називають образним, геометричним або інтуїтивним [160]. Понятійне й візуальне мислення на практиці знаходяться у постійній взаємодії. Вони, доповнюючи одне одного, розкривають різні сторони досліджуваного поняття, процесу або явища. Словесно-логічне мислення дає більш точне і узагальнене відображення дійсності, але це відображення абстрактне. У свою чергу, візуальне мислення допомагає організувати образи, робить їх цілісними, узагальненими, повними [91].

Традиційне навчання фізики побудоване переважно на вербальній передачі даних. При цьому усне мовлення, як і друкований текст, ґрунтується на принципі абстрагування змісту від дійсності та реалізується як послідовність фраз у порядку читання зліва направо. Під час сприйняття вони послідовно направляють хід думок слухача (читача), формуючи відповідні навички розумової діяльності: лінійність, послідовність, аналітичність, ієрархічність. При цьому розвивається переважно логічне, понятійне мислення та практично ігнорується розвиток образного, асоціативного, що призводить до зниження творчого потенціалу учня і його особистісних якостей, пов'язаних з творчою інтуїцією.

У дослідженні Ю.М. Єгорової наведено опис процесу наукового мислення, який засвідчує, що «психічними елементами у механізмі власного мислення є

зовсім не слова, а певні більш-менш ясні знаки чи образи зазвичай візуального, зрідка рухового типу. Їх вербалізація відбувається тільки на другій стадії, коли дана низка асоціацій дала деякий результат і може бути відтворена у формі тексту й умовних знаків» [42]. Тому природно, що людський мозок орієнтований переважно на візуальне сприйняття, тому людина під час розгляду графічних образів отримує інформацію незрівнянно швидше й продуктивніше, ніж слухаючи або читаючи. У зв'язку з цим, як вказує А.В. Соловов, зростає роль візуальних моделей у процесі подачі навчального матеріалу, за допомогою яких можна подолати труднощі, пов'язані з навчанням, що спирається на абстрактно-логічне мислення [160].

За допомогою мультимедійних засобів стають можливими такі прийоми графічного представлення даних про об'єкт вивчення, які відображають найважливіші відомості про властивості реальних та віртуальних об'єктів: 1) *демонстрація якісних чи кількісних змін у об'єктів*: інформація, представлена у вигляді зміни форми, кольору фігури чи спотворення її пропорцій; 2) *показ змін у часі*: прискорення чи сповільнення перебігу явища, процесу у ході відтворення; монтажні комбінації, виділення кольором, переходи та подібні прийоми; 3) *показ просторової конструкції об'єкта*: розподіл оптичної щільності, кольорів, інтерактивна комп'ютерна графіка, що дає змогу реалізувати обертання у просторі об'ємного зображення об'єкту, змінити відстань чи ракурс спостереження; 4) *демонстрація функціонування приладів та пристроїв*: реалізація анімаційних ефектів (фон, неактивні та активні елементи), робить можливим зображення рухомих елементів пристроїв, будови приладів чи механізмів; 5) *подання абстрактних, сутнісних, найбільш значущих сторін та властивостей досліджуваних об'єктів*: відображення уявних ліній, елементів не видимих у дійсності, векторів сили, швидкості, прискорення руху тіла тощо; 6) *підкреслення суттєвих властивостей явищ та об'єктів*: направленість спостереження відповідно до елементів просторово-образотворчої композиції – монтажна зміна планів, деталізація зображення (режим «лупа»), нанесення на проектоване зображення різного роду позначень, виділень; 7) *ілюстрація сутнісних відношень*

та зв'язків між фізичними об'єктами чи величинами: "багатовіконне" представлення даних: в одному "вікні" представляється відеосюжет (анімований ролик), який демонструє реальний дослід; в іншому "вікні" – табличне подання значень фізичних величин, що реєструються у процесі досліду, – у третьому "вікні" побудова графічних залежностей одних фізичних величин, від інших, що характеризують експеримент, значення яких виводяться у таблиці (наприклад демонстрація зміни швидкості руху тіла з часом при рівнозмінному русі).

Отже, особливістю навчання на основі мультимедіа-засобів є активізація сенсорно-перцептивних і емоційно-інтуїтивних способів пізнання.

Документи, які несуть в собі інформацію різних типів і припускають використання спеціальних технічних пристроїв для їх створення та відтворення, за визначенням О.В. Шликової [181], є *мультимедійними продуктами*.

Значення інформації, відтвореної вчителем у процесі навчання на екрані мультимедійного засобу, вкрай велике. У загальних рисах воно зводиться до наступного. Правильно і своєчасно представлені школярам візуальні ілюстрації (записи, креслення, схеми, зарисовки, рисунки, відеофрагменти, тощо) допомагають вчителю розкрити фізичну суть явища, що аналізується, а учням – зрозуміти її, сприяють розумінню будови того чи іншого приладу або установки. Цим значною мірою реалізується завдання свідомого засвоєння матеріалу учнями. Правильно виконані та, особливо, методично правильно використані вчителем креслення і рисунки, служать цілям формування в учнів навиків виконання технічно та фізично грамотних креслень [45].

Разом з тим, інформація, що фіксується на дошці та відтворюється учнями у своїх зошитах, є дієвим засобом закріплення в їх пам'яті матеріалу, вивченого на даному уроці.

І, нарешті, інформація, представлена на «дошці» може і повинна бути використана вчителем для формування у школярів навиків самостійної роботи.

Можна виділити такі *інформаційні об'єкти*, що можуть бути подані на екрані мультимедійного засобу:

**1. Записи й зарисовування:** 1) *текстові фрагменти* – назви розділів курсу



фізики, що вивчаються, тем і підтем, терміни, нові для учнів слова, прізвища учених, дати з їх життя, визначення фізичних понять, величин, явищ, формулювання законів і меж їх застосування, опису найважливіших технічних пристроїв, основні висновки; 2) *числові дані, їх опрацювання, виведення формул*, що відображають логіку, пов'язану з фізичною сутністю явища, яке підлягає математичному опрацюванню; 3) *креслення, схеми, графіки*, відтворені вчителем на дошці, – це спрощене наочне зображення предмету або групи предметів, виконуване в класі, як правило, від руки, без допомоги інструментів, з приблизним збереженням напрямку осей і пропорційності між окремими частинами; 4) *узагальнюючі таблиці*, що є зведенням основних понять і законів, вивчених у даній темі, тобто «синтетичний образ» навчального матеріалу про компонент шкільного курсу фізики.

**2. Статичні моделі:** 1) *рисунок*, що відображають: наочне представлення об'єктів (приладів, машин, установок і т. п.), що вивчаються, стосовно їх зовнішнього вигляду; внутрішню будову приладів і машин (схеми приладів, експериментальних установок); пояснення принципу дії приладів і машин; поєднання приладів в установці без показу зовнішнього вигляду і будови (наприклад, схеми електричних кіл); зображення фізичних станів та явищ; наочне представлення співвідношень деяких фізичних величин (питомих ваг, теплоємностей, опорів і т.д. ); графічне зображення деяких фізичних залежностей (графіки залежностей фізичних величин від часу, відстані тощо та діаграми, що ілюструють взаємозв'язок різних фізичних параметрів об'єктів); 2) *фотографії* природних явищ, побутових приладів і пристроїв, експериментальних установок, технічних об'єктів, портрети учених, покликані проілюструвати експериментальну базу, на якій будуються фізичні уявлення й численні технічні застосування фізичних явищ, відкритих в лабораторії.

**3. Динамічні моделі:** 1) *відеофрагменти*: природні (у яких демонструється використання фізичних принципів у роботі сучасної техніки, спостерігаються ефектні фізичні явища, сучасні технічні пристрої, використовувані в медицині); лабораторні (зняті у шкільній лабораторії фізичні експерименти, цікаві досліди,

які вимагають високої кваліфікації вчителя, наявності відповідного діючого обладнання); 2) *звукові фрагменти* – записані у файл звуки, що супроводжують певні фізичні явища або коментарі диктора до певного фізичного процесу чи явища; 3) *анімації* – динамічні ілюстрації теоретичних уявлень, функціонування технічних пристроїв або природних явищ; 4) *комп'ютерні інтерактивні моделі* – що є схемами, графіками, імітаціями процесів і експериментів, завданнями, іграми, початкові параметри яких задаються користувачем, протікання процесів розраховується з використанням фізичних законів; результат розрахунків представляється у вигляді статичної або динамічної картини.

Аналіз наявних у продажу та представлених у мережі INTERNET мультимедіа-продуктів, який наведено у додатку В, приводить до таких висновків: 1) на ринку представлено велику кількість мультимедійних електронних засобів навчального призначення, зокрема з механіки; 2) значна кількість програм російського видавництва, отже, зорієнтована на російські стандарти фізичної освіти та містить російськомовний текстовий матеріал; 3) більшість мультимедійних продуктів не адаптована до використання у ході уроку, оскільки міститься у середовищі програмної оболонки та призначена для самостійної позакласної роботи учнів; 4) представлення даних здійснюється переважно великими текстовими блоками, у які включено фрагменти мультиплікації або відеозапису.

Застосування мультимедійних продуктів у навчальному процесі висуває до їх розробників низку вимог стосовно дотримання психологічних законів сприйняття і правил композиції. На основі аналізу науково-методичних джерел [8], [24], [34], [49], [55], [64], [73], [78], [104], [112], [131], [139], [155] можна виділити наступні групи ергономічних вимог: вимоги до візуального середовища на екрані монітора; вимоги до параметрів палітри; вимоги до просторового розміщення даних на екрані монітора; вимоги до літерно-цифрової символіки і знаків; вимоги до звукового супроводу; вимоги до швидкості подачі візуальних даних; вимоги до тривалості роботи з навчальною програмою.

Водночас, використання інформаційних об'єктів мультимедіа у

навчальному процесі з фізики має відповідати специфічним *критеріям*, пов'язаним з особливостями цієї навчальної дисципліни, основними з яких вважаємо такі: 1) *науковість* – передбачає достатню глибину, коректність і наукову достовірність викладу змісту навчального матеріалу, що надається ресурсом з урахуванням останніх наукових досягнень; 2) *методична доцільність* – обґрунтована оптимальність використання даної моделі для досягнення навчальних цілей; 3) *доступність* для сприйняття і розуміння – необхідність визначення ступеня теоретичної складності і глибини вивчення навчального матеріалу відповідно до вікових та індивідуальних особливостей школярів; 4) *адаптивність* – варіативність ситуацій, у яких модель може бути використана; 5) *простота* у використанні – зрозумілий інтерфейс, оптимальний набір варійованих параметрів.

Аналіз наявних мультимедійних продуктів, у яких розглядаються питання з механіки, дозволяє виявити деякі їх особливості щодо відображення істотних ознак компонентів змісту цього розділу шкільного курсу фізики, розуміння яких пов'язане з труднощами.

Велику увагу розробників приділено моделюванню траєкторії руху тіла. Вже розроблені комп'ютерні моделі, у яких на прикладі руху точки [10] та польоту бджоли [43] показано фізичний зміст траєкторії руху тіла (рис. 1.2). Перевагою таких моделей можна назвати показ переходу від площинного до просторового зображення траєкторії руху точки, що сприятиме формуванню у школярів правильних уявлень про механічний рух та основну його властивість – безперервність.

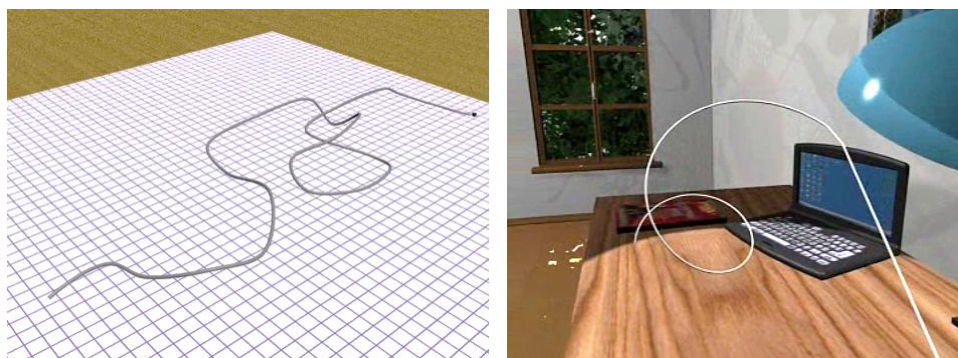


Рис. 1.2. Кадри анімацій «Поняття траєкторії руху».

Для класифікації руху за формою траєкторії корпорацією «Квазар-мікро» запропонований анімований ролик, наступного змісту: 1) у першому кадрі показано зображення карти; 2) далі – зліт літака; 3) потім карта з позначенням, напевно, відстані між містами і написом «Прямолінійний рух»; 4) після цього рух автомобіля (у різних ракурсах); 5) і знову карта з позначенням, напевно, траєкторії руху автомобіля і написом «Криволінійний рух» (рис.1.3).

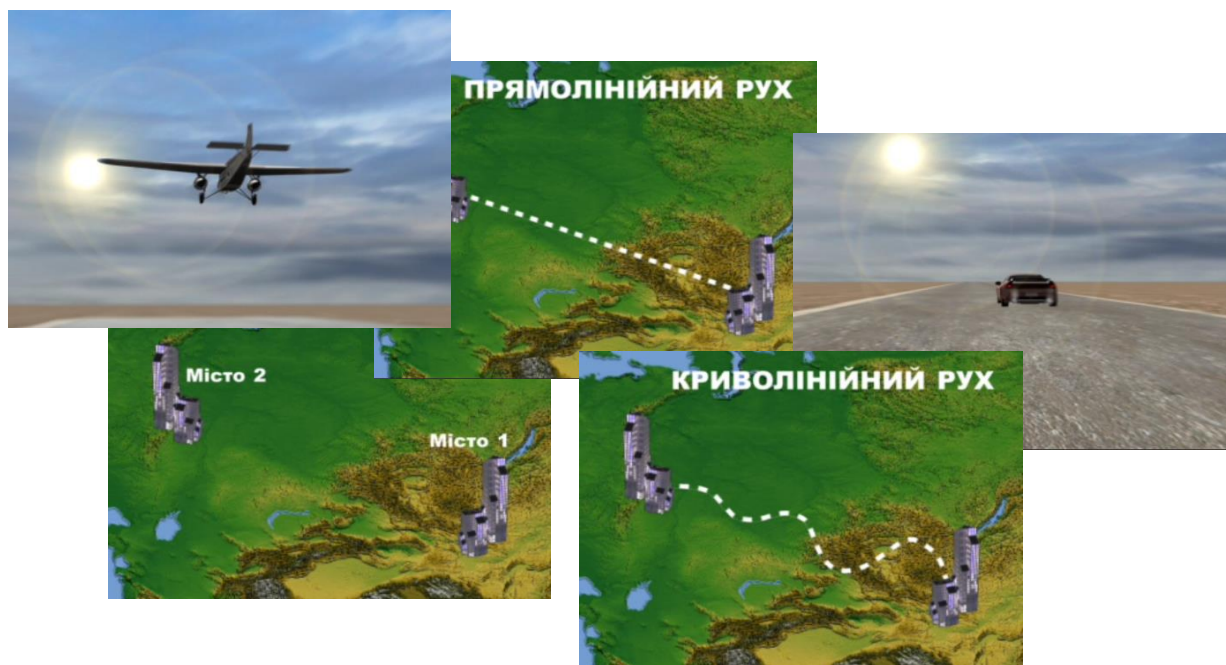


Рис. 1.3. Кадри анімації до класифікації рухів за формою траєкторії [10]

За задумом авторів, вказані зображення мають ілюструвати траєкторії руху літака та автомобіля. Проте вони виявляються слабо пов'язаними між собою та призводять до розсіювання уваги учнів і не виправданих витрат навчального часу, не забезпечуючи доступності сприйняття. Разом з тим, приклади різних видів руху досить просто продемонструвати без використання цифрових ресурсів (пряму лінію, накреслену маркером на дошці, уявну лінію, що є траєкторією падаючої металевої кульки, криволінійний рух прив'язаної до нитки кульки чи лампочки під час їх обертання).

Для вивчення рівномірного і рівнозмінного рухів, розробниками запропоновано низку комп'ютерних моделей. Зокрема ППЗ «БЕН» корпорації «Квазар-мікро», містить анімацію, у якій відтворено рух автомобіля між уявними стовпами з надписами  $v_1 t_1$ ,  $v_2 t_2$ , і т. д. В останньому кадрі з'являється напис

$v_1 < v_2 < v_3 < v_4$  та  $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ , який, на думку авторів комплексу, покликаний виявити умову, що характеризує нерівномірний рух (рис.1.4).



Рис. 1.4. Кадри анімації до вивчення нерівномірного руху.

Для ілюстрації рівноприскореного та рівносповільненого рухів у тому ж ресурсі запропонована подібна анімація (рис.1.5). Поряд із рухомим автомобілем зображено вектор швидкості його руху. Спочатку автомобіль рухається, напевно, рівномірно. Судити про це складно, адже у кадрі немає ніяких зображень допоміжних тіл, відносно яких можна було б аналізувати даний рух. Далі авто починає рухатися прискорено, про що свідчить поява у кадрі вектора прискорення  $\vec{a}$ . Але вектор швидкості  $\vec{v}$  при цьому не змінює своєї довжини, що мало б бути відображено під час зображення прискореного руху у відповідності до реальної зміни цієї величини. Друга частина демонстрації абсолютно аналогічно відтворює ситуацію, коли автомобіль починає гальмувати і рухається сповільнено. Зміни модуля вектора швидкості теж не позначено.



Рис. 1.5. Кадри анімації для ілюстрації рівномірного та рівнозмінного рухів.

За нашими переконаннями, такі моделі не можна вважати методично вдалимими щодо розкриття суттєвих ознак зазначених видів руху, оскільки вони не відображають істинних властивостей фізичних об'єктів.

Інший підхід покладено в основу створення аналогічних моделей російськими розробниками. Так в анімації "Поняття рівномірного руху" [43] відображено спробу проілюструвати істотні ознаки рівномірного прямолінійного руху на приладі руху каменю, кинутого у відкритому космосі (рис.1.6). Тут

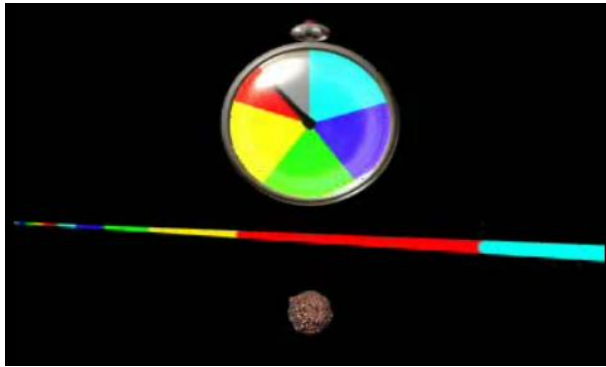


Рис. 1.6. Кадри анімації "Поняття рівномірного руху" [43]

використано ідею зображення умовного приладу для відліку часу, циферблат якого поділений на рівні частини, які з плином часу зафарбовуються у різні кольори. У відповідні кольори зафарбовується і пройдений каменем шлях (переміщення) за цей інтервал часу. Однак, ракурс спостереження не дозволяє порівняти ці

шляхи та зробити висновок про рівність будь-яких з них. Тому головну особливість рівномірного руху – рівність пройдених шляхів за будь-які інтервали часу – побачити у даній демонстрації неможливо.

Порівнювати пройдені тілом шляхи з однакові інтервали часу дозволяє демонстраційна комп'ютерна модель [46], кадр якої зображено на рис.1.7.

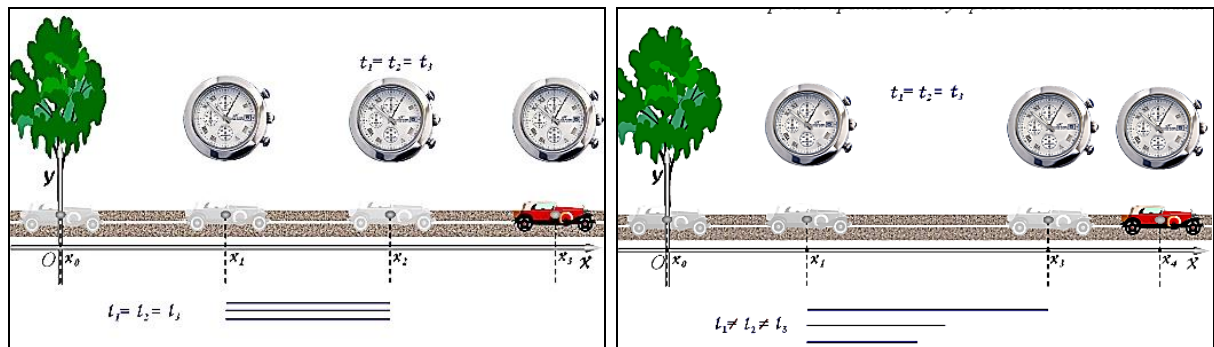


Рис. 1.7. Кадри демонстраційної комп'ютерної моделі до вивчення рівномірного і нерівномірного рухів [46].

Під час створення моделі авторами використаний прийом залишкового (фонового) малюнку – фіксованого положення рухомого тіла в попередній момент часу. Відлік часу відбувається за показами стрілки секундомірів, зображених у відповідні моменти часу. У даній демонстрації є можливість аналізувати, які параметри, що описують рух залишаються однаковими. У нижній частині екрану

порівнюються шляхи (переміщення), пройдені автомобілем за відповідні інтервали часу. Їх співставлення та аналіз дозволяє класифікувати рухи. Разом з тим, наявність у кадрі численних залишкових зображень автомобілів та секундомірів перешкоджають концентрації уваги школярів на істотних ознаках відповідних рухів та погіршують доступність їх сприйняття й розуміння.

Для ілюстрації істотних ознак рівнозмінного руху у «Єдиній колекції цифрових освітніх ресурсів» [43] знаходимо анімацію «Рівноприскорений рух тіла». На прикладі скочування кульки з похилої площини показано, що під час

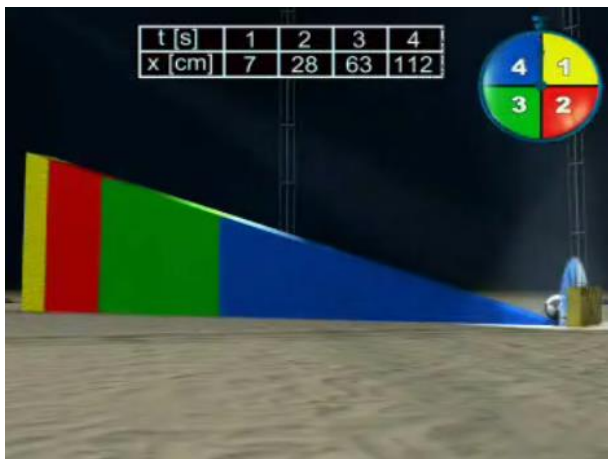


Рис. 1.8. Кадр анімації  
«Рівноприскорений рух»

рівноприскореного прямолінійного руху координата тіла  $x$  за рівні інтервали часу  $t$  змінюється. У таблиці наведені значення цих величин. Однак, щоб обчислити швидкість руху кульки у вказані моменти часу школярам необхідно знати відповідний закон руху, який вводиться вже після означення рівнозмінного руху. Отже, даної демонстрації не достатньо,

щоб виявити головну особливість рівнозмінного руху – зміну швидкості на однакову величину за однакові інтервали часу.

Як показує аналіз електронних ресурсів, під час введення поняття про миттєву швидкість руху їх розробники найчастіше обмежуються демонстрацією зображень спідометрів [43]. Подібними зображеннями супроводжуються тексти параграфів у деяких підручниках [157, 10]. Проте, у відповідності з узагальненим планом вивчення будь-якої фізичної величини [62], [172] перш, ніж розглядати принцип дії спідометра, як приладу для вимірювання миттєвої швидкості необхідно з'ясувати зміст цієї фізичної величини, пам'ятаючи про відсутність у школярів необхідних знань з математики.

Розглядати миттєву швидкість як середню за малий інтервал часу запропоновано в інтерактивній комп'ютерній моделі «Миттєва швидкість тіла» [43], кадр якої зображено на рисунку 1.9.

У кадрі «слайд-шоу» подано текстовий фрагмент, у якому стверджується: «миттєва швидкість дорівнює відношенню малого переміщення на ділянці траєкторії до малого інтервалу часу, за яке воно відбулося». Пояснення смислу словосполучень «мале переміщення», «малий інтервалу часу» відсутні. Передбачається, що після прочитання тексту, можна переглянути анімацію,



Рис. 1.9. Кадр комп'ютерної моделі «Миттєва швидкість тіла» [43].

зменшенням переміщень. Лише із написів під зображенням можна зрозуміти, що відношення найменшого переміщення  $\vec{s}_3$  до інтервалу часу  $t_3=1$  с автори пропонують вважати миттєвою швидкістю. Тому вважаємо, що фізичний зміст миттєвої швидкості руху не розкрито. Варто додати, що великий текстовий фрагмент на екрані та значна кількість елементів управління відволікають увагу учнів від змісту демонстрації.

Альтернативу у вигляді графічної інтерпретації руху пропонують вітчизняні науковці. Демонстраційна комп'ютерна модель «Миттєва швидкість», запропонована В.Ф. Заболотним та Н.А. Мислицькою [47], має на меті показати графічно, що миттєва швидкість чисельно дорівнює границі, до якої прагне середня швидкість при безмежному зменшенні інтервалу часу, за який вона визначається.

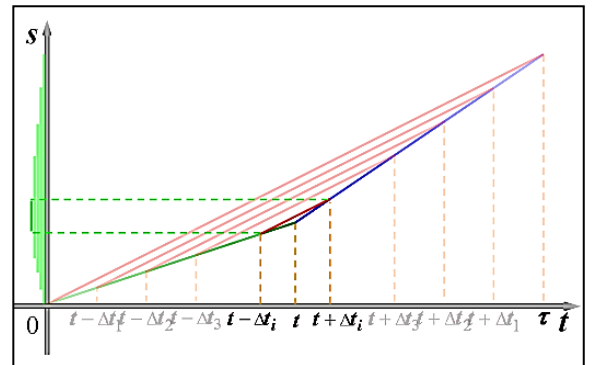


Рис. 1.10. Кадр комп'ютерної моделі.

натиснувши кнопку «Старт». Анімація, у якій відтворено рух автомобіля, на думку розробників, повинна слугувати ілюстрацією, але відповідних роз'яснень у ній міститься – на годиннику, який знаходиться у кадрі, не відображено зменшення часових інтервалів, які відповідали б зображенням



Зокрема у кадрі (рис.1.10) показано, що під час зменшення часу спостереження за рухом точки до і після деякого моменту часу  $t$ , значення швидкостей наближаються одне до одного – кути нахилу графіків до осі абсцис близькі за значенням. А тому при деякому малому інтервалі часу значення середньої швидкості, визначене для невеликої ділянки траєкторії, можна назвати миттєвою швидкістю.

У дослідженні І.Л. Семешука [151, 119] описано використання програми GRAN1 для визначення швидкості тіла у момент часу  $t_1$  за графіком залежності його координати від часу при нерівномірному русі, замінюючи в околі точки, що розглядається, ділянку кривої  $x=x(t)$  прямолінійним відрізком. Тоді обчисливши координату  $x_2$  в інший момент часу  $t_2$ , що відрізняється від першого на якомога менший проміжок часу  $\Delta t = t_2 - t_1$ , та знайшовши відношення приросту координати  $\Delta x = x_2 - x_1$  до величини цього інтервалу часу  $\Delta t$ , можна перейти до формулювання означення миттєвої швидкості.

Враховуючи беззаперечну цінність вказаних розробок, мусимо констатувати доцільність їх використання здебільшого у вищій школі чи у класах фізико-математичного профілю. Графічна інтерпретація руху традиційно викликає утруднення у розумінні школярами тих фізичних процесів, які відображені у графічних залежностях. У літературних джерелах [45], [140] та у п. 2.4 нашого дослідження доводиться, що ефективність розуміння цих залежностей ґрунтується на прямих асоціаціях із реальними процесами, що відбуваються у фізичних системах. Тому, вважаємо нераціональним у шкільному курсі фізики використовувати під час пояснення складного для розуміння поняття миттєвої швидкості руху кінематичні залежності переміщення від часу, побудову дотичних до графіка у точці, що розглядається. Навпаки, необхідно показати фізичну сторону процесу реєстрації миттєвої швидкості руху, і лише потім, враховуючи диференційований підхід до навчання, описувати його математично.

Необхідно відзначити відсутність моделей, які відповідали б вказаним вище критеріям, щодо візуалізації істотних ознак механічної енергії (кінетичної та потенціальної) та закону її збереження. Зокрема, в анімації «Маятник Максвелла»

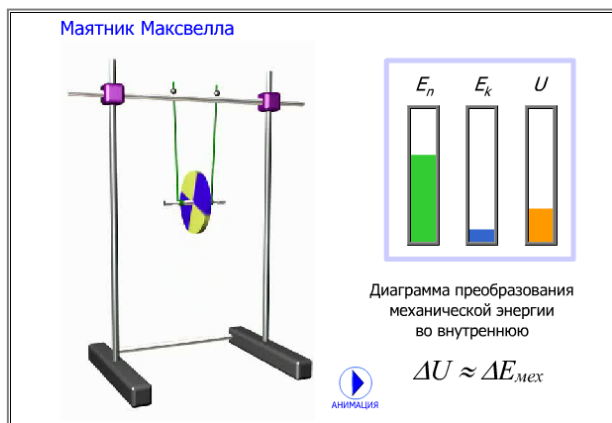


Рис. 1.11. Кадр анімації «Маятник Максвелла».

[43] показано взаємне перетворення кінетичної та потенціальної енергій та їх перетворення у внутрішню енергію маятника (рис.1.11)

Дана модель може бути використана для формування уявлень про закон збереження механічної енергії за наявності у системі тертя.

На нашу думку, використання існуючих, у тому числі перелічених вище, мультимедійних продуктів не вирішує у повній мірі проблеми формування предметних компетентностей з механіки шкільного курсу фізики, зокрема знань про ті компоненти, розуміння яких школярами пов'язане з виявленими труднощами. Разом з тим, детальний аналіз педагогічних якостей наявних мультимедіа-продуктів вказує на існування невідповідностей багатьох з них вимогам ергономіки, дидактики та психології сприйняття до аудіовізуальних навчальних матеріалів.

Серед типових *недоліків* наявних мультимедійних продуктів можна виділити такі: – матеріали переважної більшості продуктів містять пояснення та ілюстрації загалом до питань, що вивчаються у механіці, без виокремлення компонентів змісту цього розділу та систем їх істотних ознак; – візуальні дані слабо пов'язані зі змістом навчального матеріалу, хоча за задумом авторів, повинні служити ілюстративним матеріалом; – некоректні співвідношення забарвлення фону й кольору шрифту, його розміру й гарнітури викликають труднощі під час читання тексту; – модель процесу містить невиправдано великий набір варійованих параметрів, що розсіює увагу учнів від змісту того, що вивчається; – інтерактивність користувача не підтримується пізнавальною цікавістю; – аудіоряд, що супроводжує фрагменти мультиплікації та відеозаписи, повністю повторює візуальний і не організує спостереження учнів за подіями, що відбуваються на екрані; – у низці випадків інформаційні об'єкти ніяк не пов'язані зі змістом навчального матеріалу і навіть перешкоджають його засвоєнню; –

практично відсутні моделі, зміст яких відповідав би візуалізації конкретних істотних ознак компонентів механіки; – дуже мала частка моделей, які можна було б використовувати для формування в учнів творчих умінь: під час постановки проблемних задач, розв'язування задач на перевірку висунутих гіпотез, для розвитку конструктивно-комбінаторних умінь.

У зв'язку з цим, актуальною залишається проблема розробки педагогічно обґрунтованого методичного забезпечення навчального процесу для вивчення механіки, яке сприятиме усвідомленому засвоєнню змісту її компонентів та у підсумку забезпечить підвищення якості знань учнів з фізики.

Слід підкреслити, що ще у 1985 році академік АПН СРСР В.Г. Розумовський писав: «Об'єктом вивчення повинні як і раніше залишитися реальні явища. ... Підміна їх абстрактними поняттями і символами при недостатній базі спостережень і досвіду нерідко призводить до згубного формалізму, коли за удаваними знаннями відсутня їх суть» [138].

Як підсумок викладеного вище, можна сформулювати визначені нами основні принципи, створення та використання у навчальному процесі з фізики мультимедійних засобів і продуктів.

1. Розробляючи візуальну допомогу, вчитель має точно визначати ключові питання, які слід ілюструвати та моделювати за допомогою мультимедійних засобів. Винятково важливо відчувати грань між необхідністю й достатністю, доступністю й неприпустимим спрощенням навчального матеріалу.

2. З урахуванням того, що фізика у своїх основах спирається на реальний експеримент і аналітичний фундамент, інформаційні об'єкти мультимедіа мають відображати ті сутнісні властивості реальних об'єктів, для розуміння яких використання реального експерименту не достатнє або неможливе.

3. Звернення до мультимедійних продуктів повинно бути нерозривно пов'язаним зі змістом навчального матеріалу, за необхідності доповнюючись у процесі пояснення.

4. Для зображень на мультимедійній дошці справедливі традиційні вимоги, розроблені у методиці навчання фізики: рисунок має бути схематичним і простим,

виконуватися легко й швидко, правильно передавати форму предмету, не спотворюючи його вигляду, по-можливості відповідати вимогам технічного креслення (вибір буквених позначень, штрихування, лінії креслення та ін.).

5. Візуальну допомогу краще не використовувати, якщо це порушить концентрацію уваги учнів, спричинить відступ від теми, якщо матеріал неякісний чи вона потрібна тільки для того, щоб заповнити час.

## **Висновки до розділу 1**

Аналіз наукових та навчально-методичних джерел із досліджуваного питання дозволяє зробити такі висновки:

1. Сьогодні виникла потреба організації навчальної діяльності учнів із застосуванням таких форм і методів навчання, які відповідають змісту компетентнісного підходу. При цьому важливо грамотно пов'язати елементи компетентнісного підходу з напрацьованими раніше, аби розумно їх сумістити для отримання запланованого результату. Запровадження загальної середньої освіти на базі компетентностей дасть змогу зробити процес навчання доступнішим для учнів та підвищити якість навчання.

2. Організація різних видів діяльності учнів, спрямованих на засвоєння ними знань, може бути ефективною лише в умовах їх інтеграції. У зв'язку з цим, основою організації навчального процесу має бути діяльнісний підхід, який забезпечує системний педагогічний вплив на учнів шляхом взаємозв'язку навчального матеріалу та навчальних дій. Очевидно, що особливого значення діяльнісний підхід набуває в організації начально-виховного процесу з фізики, оскільки забезпечує реалізацію як конструктивної, так й аналітичної діяльності учнів.

3. Усвідомлення учнями навчального матеріалу з механіки є важливою дидактичною проблемою, яка може бути успішно розв'язана лише в умовах його візуалізації засобами мультимедіа. Це вимагає доповнення наявної системи дидактичних засобів та застосування спеціальних педагогічних прийомів для

формування повного циклу пізнавальної діяльності учнів.

4. Використання мультимедійних продуктів повинно бути нерозривно пов'язаним зі змістом навчального матеріалу, а інформаційні об'єкти мультимедіа мають відображати ті сутнісні властивості фізичних об'єктів, розуміння яких реальний експеримент не забезпечує. Ефективність застосування мультимедійних засобів під час вивчення механіки визначається включенням їх у загальну систему методів навчання.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ

Організаційні форми навчальної діяльності визначають роль і місце засобів навчання у навчальному процесі. Класна дошка відіграє важливу роль в організації колективної діяльності суб'єктів навчального процесу – учителя й учнів, що треба врахувати, замінюючи звичайну класну дошку мультимедійною.

Розповідь учителя або його діалог з учнями на уроці передбачає виконання на класній дошці певних записів, малюнків, схем, графіків, креслень: визначення предмета наступної навчальної діяльності учнів завершується записом теми уроку; введення і роз'яснення змісту нових термінів супроводжується їх записом; виведення формул, розв'язування фізичних задач, проведення фізичного експерименту, узагальнення змісту окремих частин і всього навчального матеріалу уроку теж передбачає виконання записів та графічних зображень, як на класній дошці так і в зошитах учнів.

Новизна в організації спільної діяльності суб'єктів навчального процесу з використанням засобів мультимедіа полягає в тому, що записи й графічні зображення стають одним із засобів педагогічного керування навчальною діяльністю учнів. Зображення на екрані зосереджують увагу всіх суб'єктів навчального процесу не тільки на предметі пізнавальної діяльності, а й на розумовій діяльності, що здійснюється у процесі роботи над навчальним матеріалом, матеріалізуючи головні його етапи. Інформація, що пред'являється обов'язково входить як складова у процес вивчення й закріплення програмного навчального матеріалу.

При цьому учителем має бути грамотно здійснено розробку інформаційних структур, перетворення навчальної інформації та її ретельний аналіз, розвиток понять, раціонально використано засоби і методи уведення навчальної інформації у процес вивчення механіки.

## 2.1. Моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач засобами мультимедіа

У циклі процесу навчання предметом пізнання є компонент змісту курсу фізики, зміст якого розкривається блоком структурних елементів. Структура циклу процесу навчання передбачає, що під час вивчення компонента його істотні ознаки пізнаються послідовно з наступною їх систематизацією. Згідно з фундаментальними положеннями теорії психолого-філософського пізнання, систему істотних ознак про компонент шкільного курсу фізики та відповідних раціональних способів діяльності, яку учням необхідно опанувати, можна реально вважати засвоєною, якщо вона стала основою для розвитку в суб'єкта власних новоутворень: у його когнітивній сфері, свідомості, емоційно-ціннісній сфері тощо. Отже, суб'єкт навчання має бути налаштований на активний процес пізнання, мати в ньому особистісну зацікавленість, усвідомлювати, що й навіщо він зараз робитиме.

Активність у навчанні має дві взаємопов'язані й взаємообумовлені умови: *позитивне ставлення до предмета діяльності і самої діяльності; наявність самої діяльності*. Нехтування однією з цих умов не може забезпечити активної участі учня у навчальному процесі. Відповідно, головні дидактичні цілі першого етапу структури циклу процесу навчання – висування навчальної задачі – такі: 1) створення позитивного ставлення школярів до предмета наступної діяльності; 2) збудження інтелектуальної активності учнів.

У навчальному процесі виділяють предмети пізнання, забезпечення усвідомленої участі школярів у навчальній роботі, пов'язаній з пізнанням змісту компоненту. Якщо поширити цю структуру на вивчення розділів і тем курсу фізики, то приходимо до висновку: перед вивченням розділу або теми навчального предмета необхідно довести учням важливість його розгляду, визначити задачі які треба буде розв'язати, створити позитивне ставлення школярів до предмета наступної діяльності й самої діяльності, забезпечити усвідомлену участь тих, хто навчається у процесі пізнання нового матеріалу.

Позитивна пізнавальна мотивація до предмету майбутньої діяльності і самої діяльності обумовлює високу інтелектуальну активність учнів, яка й забезпечує їх інтелектуальний розвиток. Для учнів основної школи такі мотиви пов'язані з пізнавальними інтересами. У старшій школі усвідомленими стають і ширші соціальні мотиви, які пов'язані з орієнтацією на майбутню професію, прагнення покращити власні результати в учінні.

Якщо перший етап не організований належним чином, то навчальна діяльність керується, здебільшого, зовнішніми мотивами та не відповідає значимим потребам та інтересам учнів, а тому вона є сліпою, не усвідомлюваною й неефективною.

Передусім, під час планування навчальних занять, вчитель визначає для себе освітні, розвиваючі, виховні цілі, яких він повинен досягти у даному циклі навчального процесу. Виходячи з цих цілей вчитель формулює мету для учнів, яку вони повинні сприйняти, усвідомити і у подальшому спрямувати свої дії на її досягнення. Визначивши мету, вчитель вирішує, яким чином вона буде пред'явлена.

Традиційна організація уроків передбачає, що перед вивченням нового матеріалу вчитель формулює тему заняття, вважаючи, що вона визначає мету наступної діяльності. Для того, щоб ця мета була сприйнята учнями, тема записується на класній дошці та у робочих зошитах учнів, а потім пояснюється її пізнавальна значущість. Головною особливістю такої організації першого етапу навчального заняття є те, що дані про мету діяльності надається учням як факт, який школярі повинні усвідомити та сприйняти.

Беручи за основу інтегративну модель організації навчального процесу, мета наступної пізнавальної діяльності формулюється вчителем у вигляді *навчальної задачі*.

Характерним для даного виду задач є їх використання для виявлення нового для учнів змісту фізичних об'єктів (що у контексті нашого дослідження є навчальним матеріалом з механіки) і формулювання у школярів відповідних способів навчальної діяльності. У ролі умови навчальна задача містить реальний



об'єкт, якому притаманні всі чи більшість істотних ознак компонента, що вводить, та дає змогу виділити цей компонент як предмет пізнання. Її розв'язання спрямоване не на зміну предмета, а на зміну самого діючого суб'єкта – на оволодіння ним способами розумових дій. Специфіка навчальної задачі полягає саме у тому, щоб учень опанував загальний принциповий підхід до розв'язання всіх задач даного класу. А вчитель, який поставив навчальну задачу перед учнем, має створити ситуацію, яка зорієнтує його на цей загальний спосіб розв'язання у конкретних умовах.

Таким чином, розв'язання навчальної задачі є кінцевою метою діяльності з пізнання змісту компоненту, спирається на мотивацію діяльності школярів, створюючи передумови для їхньої активної розумової діяльності та має кінцевим результатом узагальнений спосіб розв'язування цілого класу типових задач.

Аналіз змісту навчальної задачі приводить до визначення та усвідомлення предмета наступної навчальної діяльності, який позначається в темі уроку. Остання з'являється на екрані мультимедіа-засобу (або звичайній дошці) тільки після того, як учням стане зрозумілим смисл цього запису. Отже, запис теми є відображенням результату повної діяльності вчителя й учнів.

При такій організації навчального процесу, вчитель через відповідну інформацію, яка може супроводжуватися різноманітними демонстраціями об'єктів (як реальними, так і «віртуальними»), впливає на учнів, сподіваючись на їх позитивну реакцію, яка виражається у прийнятті мети.

Інтелектуальна активність збуджена, але цього недостатньо. Мова йде про те, що використання мультимедіа найчастіше породжує певний ефект новизни, який може викликати мотивовану та цікаву подачу навчального матеріалу, але ця зацікавленість має ситуативний характер. Учні повинні розуміти: що треба вивчити, що треба навчитися робити для вирішення висуненої проблеми. Без цього вони будуть вимушені "наосліп" слідувати за міркуваннями, вказівками, вимогами вчителя, що призведе до швидкого згасання інтелектуальної активності школярів, яка виникла на першому етапі циклу [119].

Дане завдання реалізує наступний етап – прогнозування наступної

діяльності. Діяльність учителя й учнів на цьому етапі зосереджена, перш за все, на виділенні з реального об'єкта ситуації задачі, предмета пізнання. Виділення предмета пізнання (вивчення) здійснюється в результаті аналізу реального об'єкта – задачної ситуації. Підсумком етапу має стати такий висновок: для того, щоб відповісти на запитання або вимогу навчальної задачі, необхідно з'ясувати наступне...

Встановити взаємозв'язок між предметною і розумовою діяльностями школярів під час висування навчальних задач допомагає моделювання відповідних ситуацій мультимедійними засобами навчання.

У структурі діяльностей вчителя і учнів під час висування навчальної задачі з використанням мультимедійних засобів можна виділити таку послідовність систем дій:

1. Визначення вчителем мети навчальної діяльності, яка формулюється у такому вигляді: «за результатами вивчення учні повинні знати ..., вміти...».
2. Створення інтелектуального утруднення – протиріччя між наявними в учнів знаннями і тим, що вони повинні засвоїти, вираженого у відповідній задачній ситуації.
3. Демонстрація на екрані мультимедіа-засобу опорного фактичного матеріалу (спостереження за реакцією учнів).
4. Виокремлення з ситуації навчальної задачі предмету пізнання (вивчення).
5. Формулювання умови навчальної задачі.
6. Виділення предмету наступної діяльності, орієнтованого на кінцевий результат.

Можна виділити кілька способів включення мультимедійних засобів у колективну навчальну діяльність зі створення проблемної ситуації та постановки навчальної задачі. У будь-якому випадку їх можна розглядати як посередника у взаємодіях «вчитель – засіб мультимедіа – учні».

### ***1. Формулювання навчальної задачі на основі демонстрації фактичного матеріалу.***

На поверхні мультимедійної дошки демонструється опорний фактичний

матеріал, що призводить до виникнення проблемної для учнів ситуації – інтелектуального утруднення, вирішити яке можна лише після вивчення певного навчального матеріалу. Після цього вчитель формулює навчальну задачу.

За змістом демонстраційного матеріалу можемо виділити дві групи демонстрацій:

- комп'ютерна демонстрація явища (учням пред'являється модель явища в природних умовах його перебігу);
- комп'ютерна демонстрація фізичного експерименту (учням пред'являється модель роботи експериментальної установки і спостережуваного на ній ефекту);
- комп'ютерна демонстрація моделі (учням пред'являється цифрова модель приладу чи технічного пристрою, що ілюструє його будову та принцип дії).

*Приклад.* Вивчення закону Паскаля у 8 класі з використанням мультимедійних засобів.

*Учні повинні засвоїти* формулювання закону Паскаля: тиск, який діє на рідину або газ, передається ними в усіх напрямках однаково.

#### *I. Висування навчальної задачі.*

На поверхні мультимедійної дошки демонструються зображення явищ, які коментує вчитель: «Розглянемо такі фізичні явища:



Рис. 2.1. Фотографії: Як лопається мильна бульбашка.

1. Мильна бульбашка під час дотику пальцем розривається у різних місцях. Демонструються зображення на екрані (рис. 2.1).

2. Якщо із дрібнокаліберної гвинтівки вистрілити у варене яйце, у ньому утвориться акуратний отвір. А якщо куля потрапляє у сире яйце – воно розлітається вщент. Демонструється відео чи фотографія (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Яйце, пробите кулею.

Спільним у цих явищах є те, що дія сили на окрему частину тіла викликає його руйнування. Перед нами стоїть задача – *пояснити, продемонстровані явища.*

*II. Прогнозування наступної діяльності.* Припускають, що, між тиском, спричиненим рукою або кулею відповідно на повітря або газ, і тиском повітря або рідини на всі частини оболонок, в яких вони містяться, існує деяких взаємозв'язок, тому для розв'язування поставленої задачі необхідно дослідити, як пов'язані тиск на рідину або газ і тиск цих речовин на частини посудин, у яких вони містяться. Вводяться істотні ознаки закону Паскаля.

## ***2. Ілюстрування викладу засобами мультимедіа***

Проблемна ситуація створюється вчителем за допомогою одного зі словесних методів навчання. Паралельно для ілюстрування чи конкретизації розповіді відбувається демонстрація мультимедійних об'єктів за допомогою мультимедіа-засобу. Вчитель формулює навчальну задачу у вигляді запитання.

*Приклад.* Фрагмент уроку "Гідравлічна машина" 8 клас

*Учні повинні засвоїти:* 1. Найпростіша гідравлічна машина складається з

двох циліндрів, у яких розміщені поршні. Циліндри з'єднані трубкою і заповнені мінеральним маслом. 2. Сили, які діють на зрівноважені поршні гідравлічної

машини, пропорційні площам цих поршнів 
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}.$$

### 1. Висування навчальної задачі.

Учитель починає постановку навчальної задачі з повідомлення про те, що у техніці широко використовуються різноманітні гідравлічні пристрої: гідравлічний прес, гідравлічний домкрат, гідравлічне гальмо.

1. На екрані демонструється інтерактивна модель гідравлічного пресу (рис.2.3).

Демонстрація супроводжується поясненням вчителя: якщо на малий поршень подіяти невеликою силою, то великий поршень з великою силою буде діяти на предмет, який стискається.

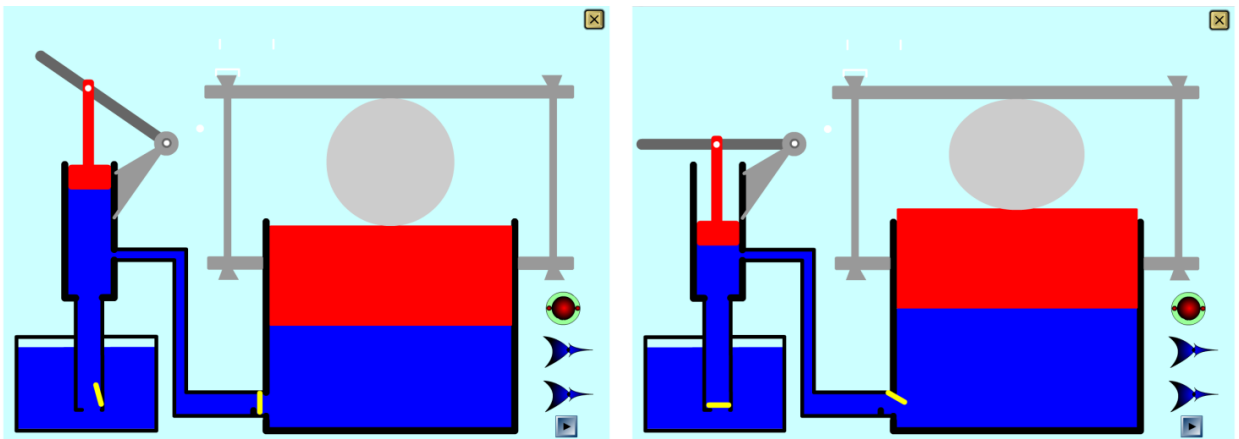


Рис. 2.3. Кадри інтерактивної моделі «гідравлічний прес».

2. Далі демонструється модель гідравлічного домкрату (рис. 2.4).

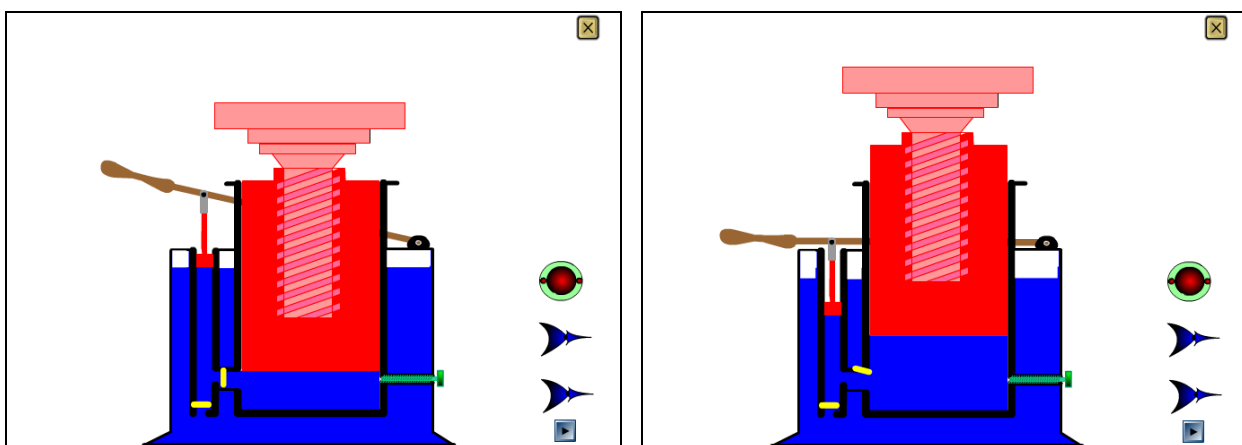


Рис. 2.4 Кадри інтерактивної моделі «гідравлічний домкрат».

За допомогою цього домкрату можна підняти тіло з великою вагою, діючи на малий поршень невеликою силою.

3. Демонструється динамічна комп'ютерна модель гідравлічного гальма (рис 2.5).

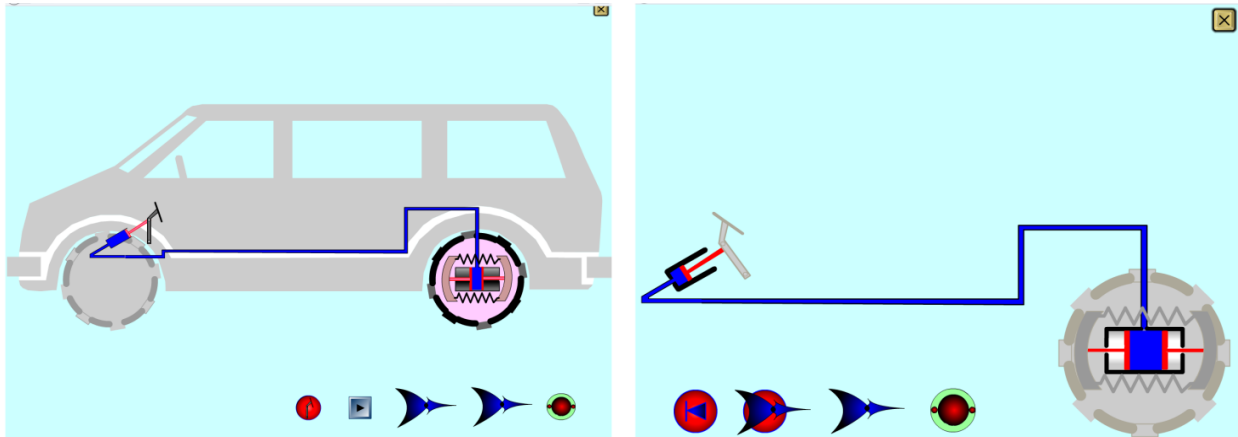


Рис. 2.5. Кадри інтерактивної моделі «гідравлічне гальмо».

Учитель пояснює, що діючи на педаль гальма, з'єднану з малим поршнем, можна зупинити обертання коліс автомобіля, для чого потрібна значна сила.

Ставиться навчальна задача: *Чому за допомогою вказаних пристроїв, прикладаючи невелику силу, можна отримати значно більшу?*

## *II. Прогнозування наступної діяльності.*

Аналізуються моделі пристроїв зображені на екрані. Учні знаходять спільне в усіх схемах: 1) два циліндри різного поперечного перерізу; 2) у циліндрах можуть переміщуватися поршні; 3) простір між поршнями заповнений рідиною.

Вчитель від руки зарисовує загальну схему цих пристроїв (або звертається до готового зображення), яка відображає будову гідравлічної машини. Після цього роблять висновок, що для вирішення поставленої задачі, необхідно встановити зв'язок між силами, які діють на поршні гідравлічної машини.

На наступному етапі відбувається вивчення принципу дії гідравлічної машини.

## **3. Мультимедійне формулювання умови навчальної задачі.**

Часто у ролі навчальної задачі учням пропонується розв'язати деяку практичну задачу. Першочерговим етапом у розв'язуванні навчальної задачі є аналіз та розуміння ситуації, що у ній пропонується, результатом чого стає

з'ясування й усвідомлення її фізичного змісту – визначення фізичних об'єктів, їх станів та процесів, що відбуваються, мети її розв'язування. Ознайомлення з умовою навчальної задачі передбачає усвідомлення ситуації що пред'являється. У результаті у свідомості школяра утворюється її образ. А отже і зміст їх розумової діяльності, залежить від форми пред'явлення умови цієї задачі.

Можлива ілюстрація ситуації, що розглядається у навчальній задачі на поверхні мультимедійної дошки.

Прикладом може бути ілюстрація ситуації навчальної задачі під час вивчення сили тяжіння у 8 класі.

*Учні повинні засвоїти:* 1. Сила, з якою тіло притягується до Землі, називається силою тяжіння. 2. Сила тяжіння прикладена до тіла і напрямлена вертикально вниз. 3. Чим більша маса тіла, тим більша діє на нього сила тяжіння. Тому, відношення сили тяжіння до маси тіла, на яке діє ця сила, для даної географічної широти є величина стала.  $\frac{F_T}{m} = g$ , де  $g = 9,8 \frac{H}{кг}$

### *1. Висування навчальної задачі.*

На екрані демонструється стробоскопічна фотографія або модель падіння тіла (рис. 2.6). У нашому випадку це анімоване зображення положень кулі, що вільно падає. Якщо порівняти шляхи, які проходить куля за однакові інтервали часу, то видно, що ці шляхи збільшуються. Це вказує на те, що швидкість руху кулі увесь час збільшується. Отже, на кулю дія сила.

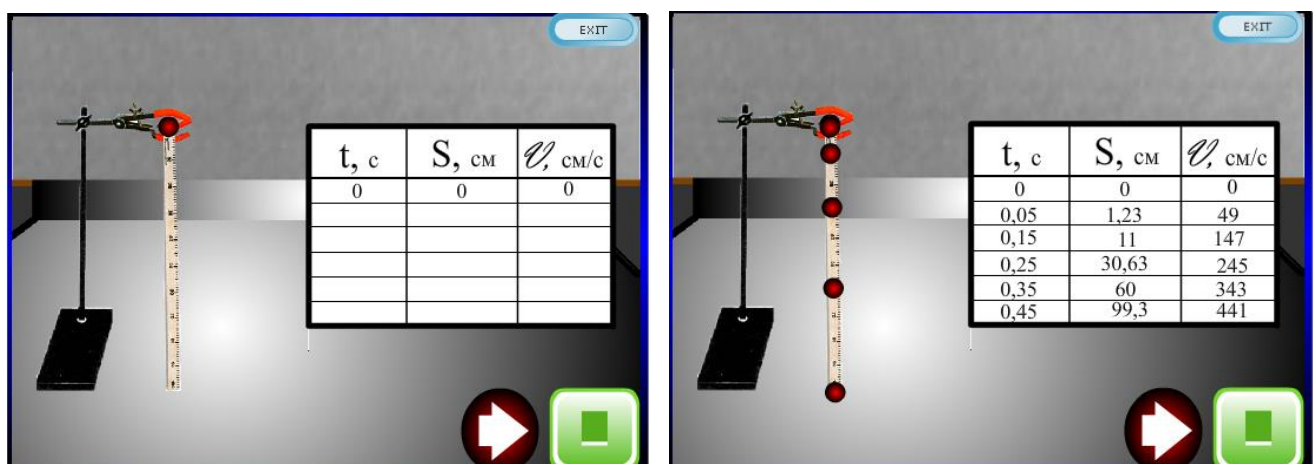


Рис. 2.6. Кадри анімації «Стробоскопічне зображення тіла, що вільно падає».

Ставимо навчальну задачу: *З'ясувати, яка сила діє на тіло у будь-якій точці біля поверхні Землі. Які особливості даної сили?*

Вводимо істотні ознаки сили тяжіння.

Таким чином, завдяки використанню мультимедіа-технологій, осмислення відомостей, що отримують учні, переходить з теоретико-практичної площини у наочно-образну або навіть наочно-дієву. А отже, використання засобів мультимедіа для моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач, дозволяє:

1) створити *позитивне ставлення* до предмету навчальної діяльності і до самої діяльності та посилити пізнавальну мотивацію учнів;

2) сприяє *активізації сприйняття* учнів при одночасному сприйманні висловлюваної вчителем даних (аудіальний канал) та виведеного на екран ілюстративного чи демонстраційного матеріалу (візуальний канал);

3) *посилює розуміння* учнями ситуації навчальної задачі як предмету наступної діяльності.

Після визначення проміжних цілей розпочинається пізнавальна діяльність учнів – виконуються системи дій щодо розв'язання пізнавальних задач. Іншими словами, відбувається усвідомлене засвоєння навчального матеріалу. Таким чином, висування навчальних задач засобами мультимедіа забезпечує позитивну мотивацію учнів, стимулює пізнавальний процес та підвищує їх активність.

Важливою перевагою такого підходу є також можливість педагогічного керування пізнавальною діяльністю учнів та застосування евристичних процедур. У ході такого навчання в учнів відпрацьовуються узагальнені способи пізнання, формуються навички навчальних дій, а також виховуються такі найважливіші характеристики особистості, як пізнавальна активність і самостійність. При цьому навчальний процес концентрується на розвивальному ефекті, на розв'язанні інтелектуальних завдань, що у повній мірі відповідає вимогам компетентнісного підходу.



## 2.2. Мультимедійні засоби у вивченні нового матеріалу з механіки

Засвоєння учнями системи фізичних знань та здатність застосовувати їх у процесі пізнання і в практичній діяльності є одним із головних завдань навчання фізики в середній школі.

У методиці фізики сформовано повні набори істотних ознак, що створюють цілісне уявлення про кожний компонент змісту шкільного курсу фізики. Ці структури входять в пояснювальну частину навчальних програм з фізики. Формування знання про кожний компонент змісту шкільного курсу фізики передбачає засвоєння повного набору істотних ознак, що створюють цілісне уявлення про нього та систем дій, що ґрунтуються на цих знаннях.

Відповідно до інтегративної моделі організації навчального процесу, вивчення кожної з істотних ознак компонента розпочинається з формулювання мети діяльності, що визначається пізнавальним завданням.

*Пізнавальне завдання* – завдання, результатом виконання якого є визначення істотної ознаки компонента, що вивчається.

Особливістю пізнавальних завдань є те, що вони часто формулюються у вигляді *запитання, задачі* або *вимоги*. Умова цієї задачі вводиться після поставленого запитання. Але можливо формулювання одночасно умови задачі її запитання або вимоги.

Пізнавальні задачі можна умовно поділити на проблемні і не проблемні.

Для неproblemної задачі властиво те, що її розв'язання являє собою систему умовиводів, посилення для яких або відомі (містяться у вже засвоєному навчальному матеріалі), або визначаються за допомогою різних джерел навчального матеріалу.

Для проблемної задачі властиво те, що для описаного вище способу діяльності немає необхідних знань, тому вимушені йти іншим шляхом – висунути гіпотезу (можливу відповідь на запитання або вимогу задачі), а потім шукати її підтвердження або спростування.

Розв'язання пізнавальних завдань може відбуватися або самим вчителем,

або колективно, або в робочих групах учнів. При цьому враховуються: повне розв'язування пізнавального завдання вчителем – це демонстрація способу діяльності; часткове залучення учнів до цього розв'язування має на меті надання можливості школярам прийняти участь у конструюванні даного способу діяльності або самостійного його використання в аналогічних ситуаціях, або творчого його використання в ситуаціях, які відрізняються від вже відомих.

Таким чином, розв'язування пізнавальних завдань – один із способів пояснення нового матеріалу.

У навчальній діяльності з постановки та розв'язування пізнавальних завдань можна виділити такі етапи:

- 1) формулювання пізнавального завдання;
- 2) встановлення способу його розв'язування на емпіричному рівні пізнання;
- 3) проведення відповідних експериментальних досліджень (реальних чи віртуальних);
- 4) формулювання відповіді на пізнавальне завдання у вигляді індуктивних умовиводів, які відповідають змісту істотної ознаки компоненту, що вивчається;
- 5) фіксація зображень та ключових слів у робочому конспекті.

Ситуації, які відображають зміст пізнавального завдання або спосіб його вирішення, можуть бути пред'явлені за допомогою різних засобів – повідомленням вчителя або ж за допомогою зображень на поверхні мультимедійної дошки.

Функції мультимедійних засобів на даному етапі зводяться до наступного.

З одного боку, мультимедійна дошка – це сучасний аналог класичної класної дошки. Раціональне використання класної дошки у поєднанні з іншими засобами наочності допомагає школярам усвідомлювати та систематизувати дидактичний матеріал. На констативному етапі педагогічного експерименту 100% опитаних учителів відзначили необхідність використання класної дошки під час навчання фізики. Разом з тим, у більшості випадків застосування комп'ютера на уроці альтернативною їй бути не може.

Виходячи з технічних та програмних можливостей, мультимедійна дошка

може бути використана як ефективний засіб створення навчально-дидактичних матеріалів (записів, зарисовок, прикладів розв'язання завдань, схем, креслень, графіків тощо). При цьому вказані матеріали повинні максимально відповідати вимогам ДСТУ до відповідних зображень. Запис на дошці має бути виконаний чітко, доцільно розміщений на її площині та служити прикладом для учнів у навчанні їх системі і техніці записів у зошитах.

З іншого боку, мультимедійна дошка виконує всі функції традиційних технічних засобів навчання, розширюючи можливості використання статичних і динамічних зображень.

Інформаційні об'єкти мультимедіа при цьому можуть виступати: 1) джерелом навчального матеріалу – зорова опора формування наукових понять, фізичних та конструкторсько-технічних образів; 2) засобом ілюстрування та конкретизації даних, яку учні отримали з інших джерел; 3) засобом узагальнення та систематизації вивченого.

Методика включення мультимедійних засобів у навчальну діяльність під час постановки та розв'язування пізнавальних завдань може бути такою:

1. Вчитель виконує записи та зарисовування на дошці, або звертається до готових зображень, на основі яких формулює пізнавальне завдання; після виконання завдання колективно обговорюються отримані результати та робляться відповідні записи у зошитах.

2. Вчитель формулює пізнавальні завдання у вигляді системи запитань, учні повинні знайти відповіді на них, сприймаючи, аналізуючи зображення на дошці; після виконання завдання отримані результати колективно обговорюються

3. Колективно розв'язуються пізнавальні завдання, а результати розв'язування фіксуються вчителем на дошці, а учнями – у робочих зошитах.

4. Колективно розв'язуються пізнавальні завдання і одночасно виконуються записи або зарисовування на дошці, фіксуючи результати окремих етапів діяльності.

5. Вчитель у процесі викладу навчального матеріалу виконує записи та зарисовування на дошці, або звертається до зображень на ній; учні слухають те,

про що розповідає вчитель, одночасно виконують у своїх зошитах відповідні записи й зарисовування [121].

У будь-якому випадку мультимедійний засіб можна розглядати як посередника у взаємодіях «вчитель – засіб мультимедіа – учні».

Приклад 1. Вивчення будови і принципу дії рідинних насосів у 8 класі з використанням засобів мультимедіа. Перед учнями ставиться навчальна задача сконструювати насос для відкачування води із свердловини. Після цього демонструють низку дослідів, серед яких є і такий, що може стати підґрунтям формулювання ідеї або задуму у конструюванні насосів. Таким дослідом є демонстрація дії лівера, фонтану у пустоті, піднімання води за поршнем у циліндричній трубці. Аналізуючи спостережувані явища, встановлюють, що, в основу дії насоса можна покласти явище піднімання води у циліндрі за поршнем під дією атмосферного тиску. У випадку насоса до циліндру необхідно приєднати

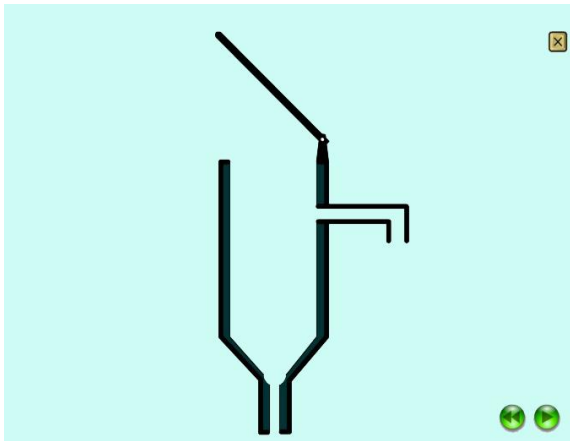


Рис. 2.7. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Рідинний насос»

відвідну трубу, через яку буде витікати вода, піднята зі свердловини.

### *III. Конструювання насоса*

Вчитель звертається до зображення корпусу насоса на поверхні мультимедійної дошки (рис. 2.7.).

Поставимо перед собою завдання *доповнити цю конструкцію, щоб вона була придатна для відкачування води.*

– Що буде відбуватися під час підняття поршня від нижньої частини корпусу до положення відвідної труби, зображеному у кадрі? Чому? (Дійсно, спочатку вода буде підніматися за поршнем, але в той момент, коли поршень підніметься вище відвідної труби, під поршень буде заходити атмосферне повітря і вода під дією сили тяжіння буде витікати у свердловину).

– Що треба зробити для того, щоб вода, яка піднялася за поршнем, не витікала з циліндра і в той час, коли поршень буде знаходитися вище відвідної

труби. (Отже, треба закрити кінець відповідної труби, який з'єднаний з поршнем насосу).

– Що треба зробити для того, щоб вода під дією поршня витікала у відповідну трубу? (Дійсно, необхідно нижню частину циліндру закрити, а отвір відповідної труби відкрити).

Таким чином, якщо по-черзі закривати і відкривати отвори у корпусі насосу, то він буде здатний для відкачування води із свердловини.

Розглядається будова водяного насосу на, звертаючись до демонстрації інтерактивної комп'ютерної моделі. У кадрі (рис. 2.8) зображена повна конструкція помпи. Потім вона послідовно розкладається на окремі деталі та знову послідовно складається, пояснюючи при цьому призначення кожної деталі і ті фізичні явища, та закономірності на яких ґрунтується їх дія.

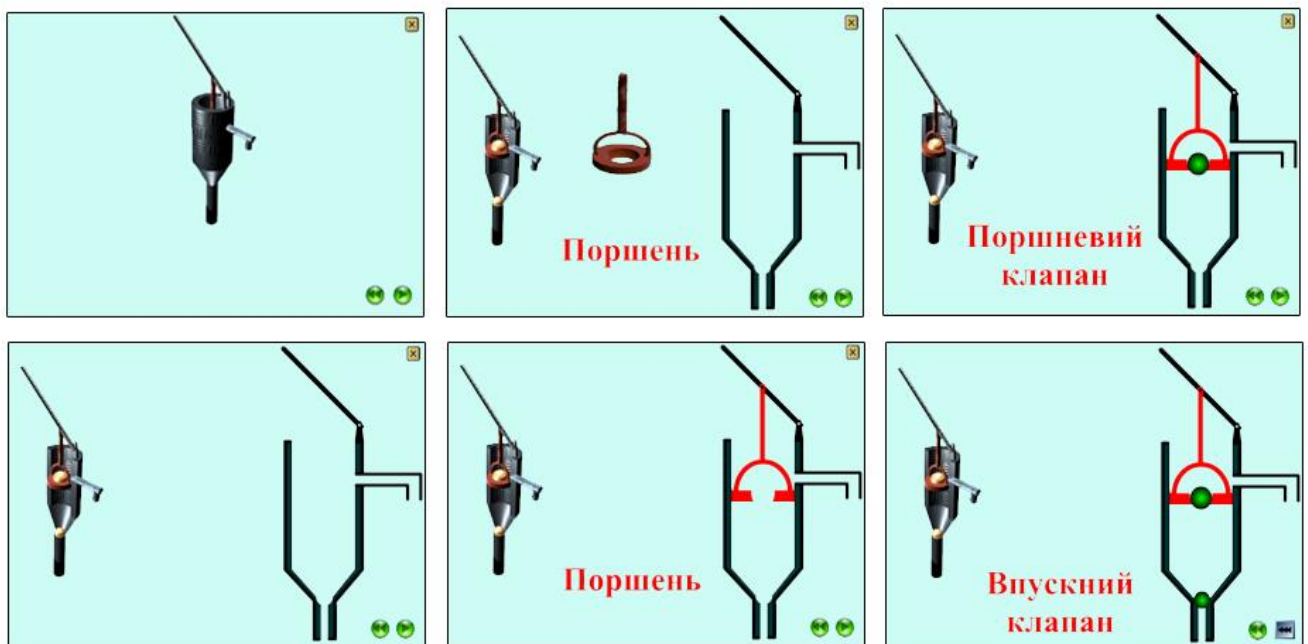


Рис. 2.8. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі «Рідинний насос»

З'ясуємо недоліки цього пристрою: уривчастість у витіканні води та обмеженість висоти її піднімання.

Приклад 2. Введення поняття «гармонічні коливання» у 10 класі із застосуванням інформаційних об'єктів мультимедіа у процесі розв'язування пізнавальних завдань.

*Учні повинні знати:*

1. Періодичні зміни фізичної величини залежно від часу, які відбуваються за законом синуса або косинуса, називають гармонічними коливаннями.

2. Амплітудою гармонічних коливань називають модуль найбільшого зміщення тіла (коливальної системи) від положення рівноваги.

3. У гармонічних коливаннях координати коливного тіла, його швидкість і прискорення змінюються гармонічно:

$$x = x_0 \cdot \sin \omega \cdot t \quad v = v_0 \cdot \cos \omega \cdot t \quad \text{або} \quad v = \omega \cdot x_0 \cdot \cos \omega \cdot t$$

$$a = -a_0 \cdot \sin \omega \cdot t \quad \text{або} \quad a = -\omega^2 \cdot x_0 \cdot \sin \omega \cdot t .$$

$\omega$  – це число коливань тіла за  $2\pi$  секунд. Її називають циклічною частотою.

Частоту вільних коливань називають власною частотою коливальної системи.

4. Для побудови графіків коливань на горизонтальній осі в обраному масштабі відкладають час або пропорційне до нього значення  $\omega t$ , виражене в радіанах, а на вертикальній осі – значення зміщення, координати, швидкості, прискорення тощо.

*I. Висування навчальної задачі.* Ставимо перед учнями навчальну задачу: *записати рівняння коливань матеріальної точки.*

*II. Прогноз.* Для відповіді на це запитання нам необхідно з'ясувати, за яким законом змінюються координати тіла, що здійснює коливання.

*III. Введення істотних ознак гармонічних коливань.*

Формулюємо та розв'язуємо пізнавальні завдання:

*1. За яким законом змінюється зміщення гирі від положення рівноваги?*

Для демонстрації зв'язку гармонічного коливання з рівномірним рухом по колу традиційно використовується тіньова проекція коливань вантажу на пружині та руху по колу кульки, закріпленої на диску відцентрової машини. При цьому на сприйняття та розуміння учнями побаченого впливають суб'єктивні фактори, що супроводжують демонстрацію. Значно ефективнішим, вважаємо, буде застосування комп'ютерних демонстрацій, у яких співставлено коливання пружинного маятника та рівномірний рух точки (кульки) по колу (рис. 2.7).

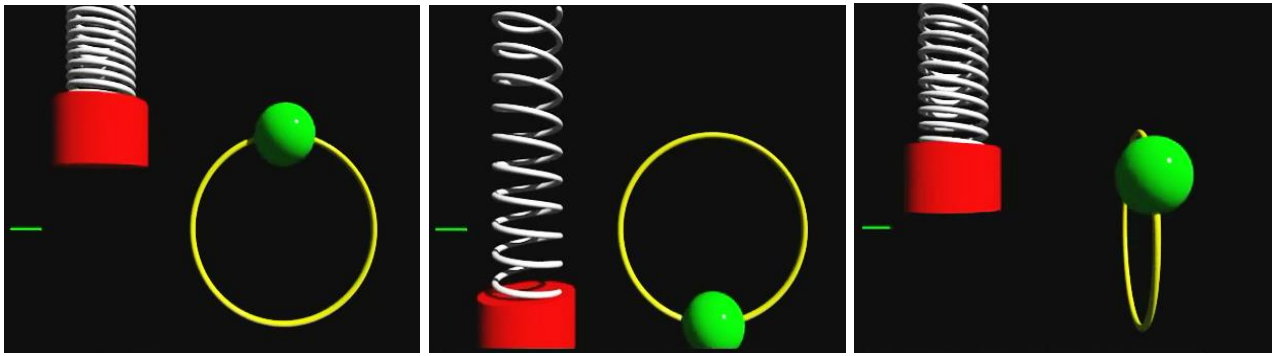


Рис.2.7. Кадри анімації «Зв'язок гармонічного коливання з рівномірним рухом по колу».

Робимо висновок, що вантаж і кулька здійснюють однакові коливання: вони разом проходять положення рівноваги, верхнє й нижнє положення. Таким чином, координати тіл – гирі, тині гирі й тині кульки змінюються за однаковим законом.

Далі з'ясуємо, за яким законом змінюється координата тіла, що здійснює вільні коливання. Будуємо графік гармонічних коливань.

Таким чином, вибір в якості одиниць навчального змісту його компонентів, що відповідають структурним елементам наукового фізичного знання, встановлення нових систем істотних ознак для кожного компонента відкриває можливість виявлення найбільш раціональних способів розв'язування пізнавальних задач. Це особливо важливо у процесі засвоєння нового навчального матеріалу, оскільки забезпечує цілісність педагогічного процесу і дозволяє ефективно оновити інформаційно-діяльнісне середовище.

### **2.3. Удосконалення навчального фізичного експерименту з механіки засобами мультимедіа**

Велике значення під час вивчення шкільного курсу фізики, зокрема механіки як базового розділу курсу фізики, має створення у свідомості учнів психічних образів об'єктів, що вивчаються, як результату процесів сприйняття, пам'яті, мислення й уявлення. Створенню таких психічних образів сприяє використання фізичного експерименту.

Навчальний фізичний експеримент у школі реалізується у таких формах: 1)

демонстраційний експеримент; 2) лабораторний експеримент (фронтальні лабораторні роботи, фізичні практикуми, домашні спостереження й досліди, експериментальні задачі). У першому випадку він виступає як засіб реалізації наочних методів навчання, у другому – як метод організації навчальної діяльності школярів, що передбачає оволодіння учнями певною сукупністю умінь, які в цілому складають узагальнене експериментальне вміння (п. 1.2 [136]).

### ***Використання засобів мультимедіа у демонстраційному експерименті.***

Слово "демонстрація" (від лат. demonstratio – показ) означає наочний спосіб ознайомлення слухачів із будь-яким явищем, предметом.

Демонстрації у методиці навчання фізики [32], [54] поділяють на дві групи:

- 1) демонстрації експериментів чи дослідів, що відтворюють фізичні явища;
- 2) демонстрації наочних посібників (моделі, кінофільми, плакати).

У навчальній і методичній літературі з фізики термін "дослід" фактично вживається у двох смислах: 1) відтворення якого-небудь явища або спостереження за новим явищем у певних умовах з метою вивчення, дослідження (експеримент); 2) здійснення визначеної дії на об'єкт і реєстрація одержаного результату (дослідження).

Отже, демонстрацію досліду (при указаному його тлумаченні) слід розуміти, як пред'явлення одночасно всім учням класу предмета їх пізнавальної діяльності або окремих його ознак за допомогою таких приладів, пристроїв й інших засобів, що забезпечують наочність того, що демонструється.

В інших випадках терміни "дослід" і "експеримент" мають однаковий смисл. Тому у подальшому вживатимемо замість двох назв "демонстраційний експеримент" і "демонстраційний дослід" тільки першу з них, вважаючи їх синонімами.

Під терміном «демонстраційний експеримент» будемо розуміти наочну демонстрацію фізичних явищ і процесів з метою їх вивчення шляхом активного впливу на них суб'єктів навчального процесу, відповідно до цілей дослідження.

Діяльність «демонстраційний експеримент» спрямована на усвідомлене



засвоєння учнями навчального матеріалу, суть якої у роботі над предметом пізнання.

З дидактичної точки зору демонстрація дослідів є необхідною при розв'язанні низки специфічних задач, а саме:

- 1) для збудження пізнавального інтересу на перших уроках фізики;
- 2) для створення проблемних ситуацій (висування навчальної задачі);
- 3) для ілюстрації істотних ознак компоненту навчального змісту (розв'язання пізнавальних завдань): спостереження явищ, виявлення певних властивостей фізичних об'єктів, розкриття сутності фізичних законів, з'ясування фізичних закономірностей і перевірка наслідків, що випливають з них, пояснення принципів дії фізичних приладів, технічних установок або фізичну суть технологічних процесів;
- 4) для перевірки гіпотез, висунутих учнями в ході обговорення навчальної задачі.

Водночас доцільність і ефективність цих і нових, тих, які нині створюються, комп'ютерних демонстрацій залежить від методики їх застосування, яку повинні враховувати як їх розробники, так і користувачі.

Проведений аналіз стану *демонстраційного експерименту* з механіки показує, що у більшості випадків реальні досліди за змістом нескладні, проте можна виділити такі досліди, сприйняття яких та виділення у побаченому головного для отримання правильних висновків виявляється для школярів складним. Передусім мова йде про випадки, коли реальна фізична демонстрація може показати лише зовнішні прояви властивості об'єкту, не пояснюючи механізм, який зумовлює ці властивості.

Більше того, проведення реального демонстраційного експерименту в низці випадків пов'язане з певними труднощами:

- 1) дуже швидкий або досить повільний перебіг процесів (деформація тіл під час їх зіткнення, дифузія у твердих тілах тощо);
- 2) надзвичайно великі або дуже малі масштаби системи, яку необхідно продемонструвати в класі (наприклад, опис руху астрономічних об'єктів чи

демонстрація броунівського руху);

3) необхідно показати механізм виникнення (протікання) певних фізичних явищ чи процесів (наприклад, пояснення природи сили пружності).

Крім того, постановка демонстраційних дослідів ускладнюється дефіцитом навчального обладнання – демонстраційних приладів, пристроїв, моделей. У результаті в свідомості учнів не створюється необхідних образів і уявлень про окремі компоненти змісту даного розділу. Останню проблему вчителі намагаються частково вирішити, повертаючись до досвіду створення й використання саморобного обладнання.

Для глибокого і повного розуміння школярами властивостей фізичних об'єктів необхідне їх додаткове моделювання, яке дозволяє виділити ті істотні ознаки, які безпосередньо не спостерігаються під час натурної демонстрації.

Реалізації демонстраційного експерименту на принципово новому рівні може сприяти впровадження у шкільну практику мультимедійних технологій і засобів навчання.

Структура і зміст діяльності, пов'язаної з демонстраційним навчальним експериментом, впливають із загального плану проведення наукового експерименту, адже «шкільний навчальний експеримент являє собою відображення наукового методу вивчення фізичних явищ, тому йому (хоч він і не тотожний науковому) повинні бути притаманні основні елементи фізичного експерименту, за якими учні зможуть отримати уявлення про науковий експериментальний метод» [20].

Під час планування наукового експерименту визначається мета і задачі експерименту з висунанням гіпотез, які треба перевірити, вибирається об'єкт дослідження, його параметри, що вивчаються; визначається методика експерименту як за устаткуванням, так і системою операцій, що виконуються в ході роботи, визначається послідовність дослідів в експерименті, вибираються методи обробки результатів вимірів та шляхи перевірки на цій основі висунутих гіпотез. Визначаючи послідовність дій, з яких складається діяльність – навчальний фізичний експеримент передбачається, що кожна з них може бути

виконана будь-яким суб'єктом навчального процесу.

Указана система дій, у загальному випадку, матиме вигляд:

1. Виходячи із логіки вивчення конкретного фрагменту навчального матеріалу, визначається мета експерименту, його задачі або висувається гіпотеза, яку треба перевірити.

2. З'ясовується яким шляхом можна вирішити сформульоване перед цим завдання, зокрема з'ясовується принципова схема дослідної установки.

3. Вибираються необхідні прилади і матеріали.

4. Складається (реально чи віртуально) дослідна установка.

5. Визначається послідовність операцій під час виконання дослідів.

6. Звертається увага учнів на те, за чим спостерігати. Виконується (демонструється) дослід. Фіксуються результати спостережень.

7. Аналізуються одержані результати.

8. Формулюються відповідні висновки [64].

Цей план діяльності визначає узагальнене експериментальне уміння, наведене у навчальній програмі з фізики, яке повинно стати одним із результатів вивчення фізики.

Використання засобів мультимедіа у процесі підготовки та проведення демонстраційного експерименту можливе у таких формах.

*1. Технічний засіб для відображення та обробки експериментальних даних.*

1) виведення на поверхню мультимедійної дошки даних з вимірювальних пристроїв (датчиків), з'єднаних із комп'ютером, з можливістю подальшої їх обробки та візуалізації результатів експерименту;

2) трансляція дослідів на мультимедійну дошку з використанням веб-камери або документ-камери (замість похилого дзеркала чи тіньової проекції) для забезпечення гарної видимості горизонтально розміщеної поверхні демонстраційного приладу.

*2. Доповнення натурального експерименту демонстрацією комп'ютерної моделі, яке виправдане та доцільне у таких випадках:*

1) необхідна візуалізація процесів, які не спостерігаються у звичайному

експерименті, але реально протікають (наприклад, зміна проміжків між атомами чи молекулами тіла під час його деформації);

2) потрібно сконцентрувати увагу учнів на деталях досліду, важливих для розуміння сутності спостережуваного явища;

3) необхідно показати дрібні деталі установки, будову та функціонування пристрою тощо.

Приклад. Під час вивчення тиску газу у 8 класі вчитель демонструє дослід: під ковпаком повітряного насоса знаходиться металева банка, яка закрита гумовою плівкою, після відкачування повітря з-під ковпака спостерігають за прогинанням плівки. Учитель ставить перед учнями задачу: *пояснити, причину прогинання плівки, що закриває посудину, при відкачуванні повітря з-під ковпака*. Учні висловлюють припущення, що молекули повітря у банці перебувають у безперервному хаотичному русі; частина молекул стикається з гумовою плівкою, тобто повітря чинить тиск на плівку і вона прогинається. Після того, як дане припущення підтверджується дослідом (збільшення об'єму дитячої гумової кулі при відкачуванні повітря з-під ковпака; виліт корку з пробірки під тиском нагрітого повітря; стиснення або розрідження повітря у трубці, з поршнем, один кінець якої закритий гумовою плівкою), підводяться підсумки та розв'язується навчальна задача. При цьому для пояснення причини прогинання гумової плівки доцільно використати динамічну комп'ютерну модель (рис. 2.9).

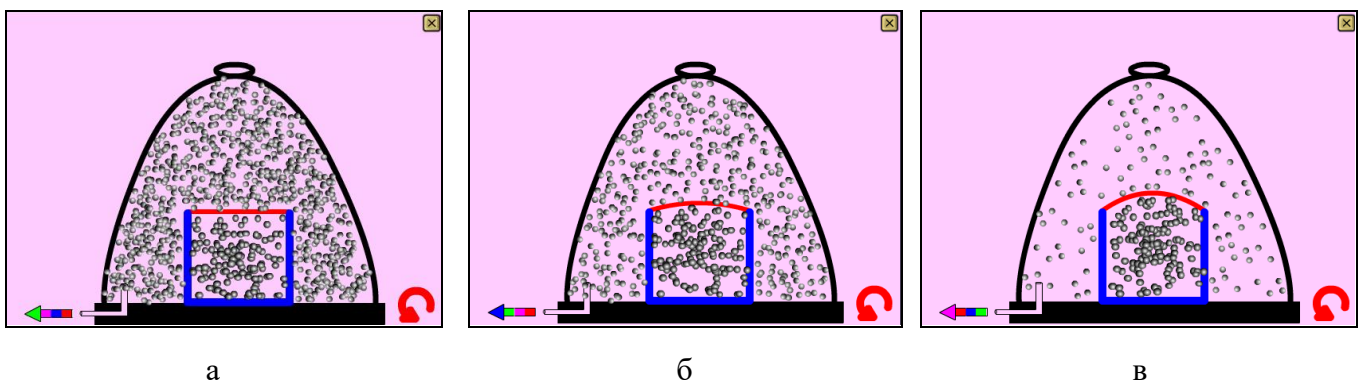


Рис. 2.9. Кадри інтерактивної моделі: тиск газу

Завдяки зображенню молекул газу під ковпаком та у банці, увагу школярів звертають на той факт, що до відкачування повітря з-під ковпака густина повітря в банці і під ковпаком однакова. На плівку з обох боків повітрям здійснюється

однаковий тиск (рис. 2.9 а). Після відкачування повітря з-під ковпака тиск у банці не змінюється, а зовнішній тиск зменшується, тому що зменшується густина повітря під ковпаком. Ця різниця тисків і зумовлює прогинання плівки (рис. 2.9 б, в).

### 3. Віртуальний демонстраційний експеримент.

Наявність засобів моделювання і технології «віртуальна реальність» вказує на можливість відтворення демонстрацій фізичних об'єктів на поверхні мультимедійної дошки.

До віртуальних об'єктів або процесів відносять електронні моделі як реально існуючих, так і уявних об'єктів і процесів. Їх використання під час вивчення механіки доцільне у таких випадках:

1) реальна фізична демонстрація може показати лише зовнішні прояви фізичного процесу, не відображаючи сутнісних зв'язків між явищами (величинами), необхідних для усвідомленого розуміння;

2) вивчення явища чи процесу в умовах шкільного фізичного кабінету малоефективне, або неможливе (швидкоплинні, довготривалі фізичні процеси тощо);

3) явище в принципі не можна спостерігати (наприклад, неодноразовість подій у спеціальній теорії відносності).

Визначена вище послідовність дій зберігається і для віртуального демонстраційного фізичного експерименту. Водночас, під час його проведення набувають значення такі *вимоги* до екранних зображень фізичних об'єктів:

1) віртуальне обладнання для дослідів повинно відображати реальні демонстраційні прилади, пристрої, моделі;

2) зображення, їх зміни повинні з'являтися на екрані після попереднього обговорення суб'єктами навчального процесу й прийняття відповідних рішень;

3) розміщення приладів, що належать дослідній установці однаково для реальних і комп'ютерних демонстрацій [124].

Виконання цих вимог покладено на розробників відповідних мультимедійних продуктів, що потребує використання спеціальних знань з

психології та фізіології сприймання об'єктів за допомогою різних органів чуттів.

Електронні моделі приладів, пристроїв, дослідів мають додаткові можливості у підвищенні наочності того, що демонструється, використовуючи особливості комп'ютерної графіки.

Наприклад, розкриваючи фізичний зміст гравітаційної сталої  $G$ , розглядають фундаментальні досліди з визначення її значення, проведені Генрі Кавендішем. Детальний опис установки і протоколів експерименту, складених Г. Кавендішем наведені у статті Г. М. Голіна та С. Р. Філоновича [28].

Проте відтворення аналогічного дослідів у шкільних умовах становить певні труднощі. Оскільки вимірювані сили надзвичайно малі, на роботу чутливих крутильних терезів значно впливають різні сторонні фактори: технічно неминуча асиметрія самої установки, гравітаційний вплив масивних об'єктів, що знаходяться поблизу, магнітного поля Землі, конвекційних потоків повітря у приміщенні та коливання системи, які складно усунути. Щоб виключити ці сторонні впливи, Г. Кавендішем було вжито низку заходів, що мали на меті усунення похибок.

Разом з тим, вказані труднощі дозволяє подолати віртуальна демонстрація.

1. У першому фрагменті демонстрації імітується складання експериментальної установки: послідовне перенесення зображень окремих її частин у створюване зображення установки у підсумку утворює повне її зображення. Демонструється принцип її роботи (рис. 2.10).

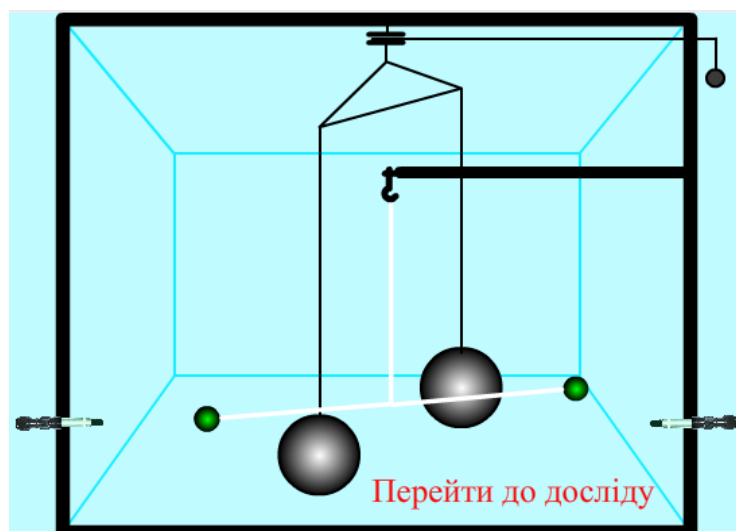


Рис. 2.10. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша».

2. Після натискання на кнопку «Перейти до досліду» у кадрі з'являється статичне зображення установки перед початком роботи (рис. 2.11). Поряд у верхньому лівому кутку міститься окремий кадр, який відображує вигляд системи кульок зверху.

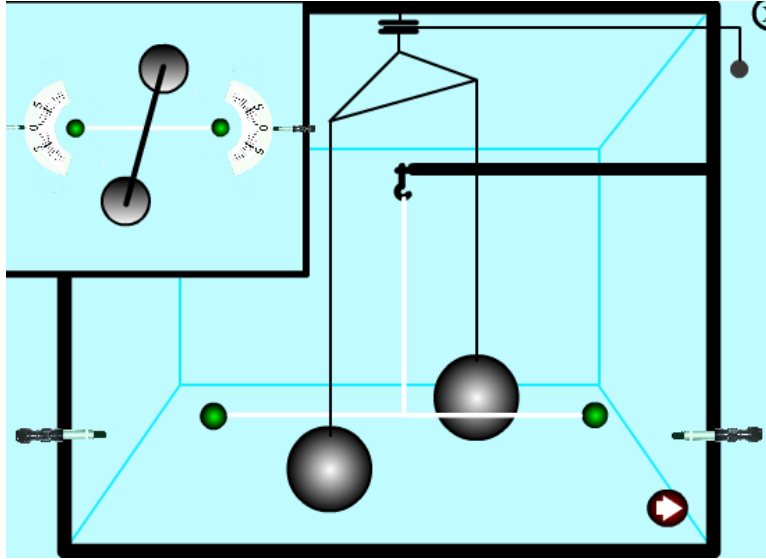


Рис. 2.11. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша».

3. Після запускання початку експерименту великі кулі наближаються до маленьких, які одночасно відхиляються від початкового положення на певний кут. У верхній зоні кут відхилення зафарбовується у жовтий колір.

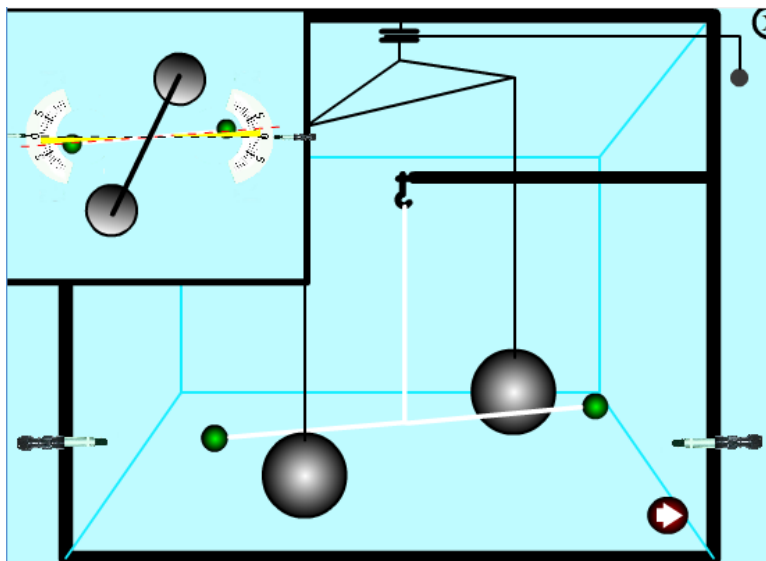


Рис. 2.12. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша».

4. В останньому фрагменті зображення кута відхилення кульок збільшується до розмірів екрану для аналізу.

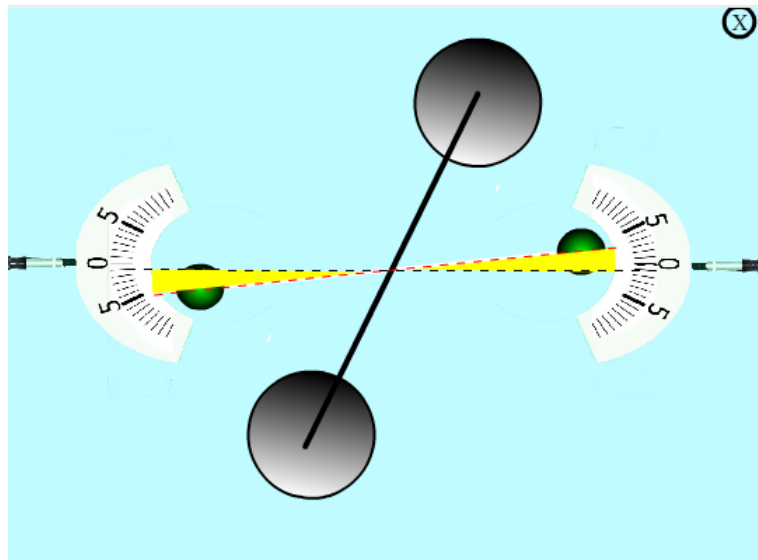


Рис. 2.13. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша».

Зазначаємо, що метод, запропонований і використаний у своїх дослідах Г. Кавендішем, пізніше удосконалений, дозволив у минулому столітті отримати числове значення гравітаційної сталої  $G$ .

Таким чином, використання засобів мультимедіа створює умови для більш яскравого відтворення наступних рис демонстраційного експерименту: – відображення лише необхідних для вивчення проявів явища чи закономірних зв'язків між об'єктами; – ізолювання досліджуваного явища від впливу інших несуттєвих явищ; – можливість його відтворення у суворо фіксованих умовах; – планомірні зміни умов досліду; – зосередження уваги учнів на істотних властивостях досліджуваного об'єкта за рахунок ефектних візуальних прийомів, сприяючи глибшому розумінню його сутності; – здійснення операцій, неможливих у натурному експерименті – зупинка та відновлення ходу, зміна просторово-часових масштабів протікання явища; – супровід модельного експерименту візуальною інтерпретацією закономірних зв'язків між параметрами досліджуваної системи (у формі динамічних графіків, діаграм, схем тощо); – можливість демонстрації модельних, ідеальних експериментів, які неможливо здійснити в реальному житті, але можна уявити; – моделювання знаменитих дослідів, які увійшли в історію.

Однак не варто перебільшувати освітні переваги демонстрацій віртуальних



об'єктів. Основна мета і дидактична цінність віртуального досліду має полягати у встановленні взаємозв'язку між образно-наочною і абстрактно-логічною формами мислення, виступаючи ланкою між емпіричним та теоретичним рівнями пізнання.

### ***Використання засобів мультимедіа під час проведення лабораторних робіт.***

На відміну від демонстраційних дослідів, у яких учні є лише пасивними спостерігачами, виконання лабораторних робіт спрямоване на освоєння досвіду самостійного вивчення фізичних явищ, перевірки фізичних законів, вивчення технічних пристроїв та передбачає активну участь школярів у проведенні експерименту для формування навичок організації експериментальної роботи, маніпуляцій з фізичними приладами.

Для традиційної організації лабораторного експерименту з механіки характерні такі особливості: 1) нестача фізичних приладів у достатній кількості для постановки дослідів; 2) якості вимірювальних приладів разом з недосконалістю методів вимірювання та обробки експериментальних даних у підсумку приводять до низької точності результатів роботи; 3) виконання лабораторної роботи спрямоване на оволодіння школярами запланованою системою навичок та виключає елементи творчості.

Діяльність під час планування та проведення усіх видів лабораторних робіт включає: 1) підготовку школярів до виконання роботи; 2) проведення учнями експерименту; 3) обробку та аналіз результатів роботи.

Під час підготовки школярів до виконання роботи діяльність вчителя полягає в ознайомленні їх з темою роботи, з'ясовується її мета. Далі вчитель пояснює, а за необхідності демонструє будову приладів, необхідних для її виконання, оговорює правила користування ними, для окремих груп робіт показує, як має виконуватися дослід. У результаті учні мають отримати точні уявлення про те, що вони мають робити, як та у якій послідовності.

Способи включення мультимедійних засобів у діяльність з підготовки та проведення лабораторних робіт можуть бути такими:

### *1. Доповнення натурального лабораторного експерименту:*

1) надають можливість попередньо ознайомити учнів з експериментом, який їм належить виконати згодом на реальній установці:

- ілюстрація змісту і логіки проведення відповідного натурального дослідження;
- візуалізація установки та порядку її роботи;
- імітація дій з управління роботою установки і зняття показань приладів;

2) полегшують обробку даних реального фізичного експерименту;

3) спрощують пред'явлення результатів дослідження (у формі спостережуваних ефектів, таблиць, схем, діаграм, графіків функціональних залежностей).

*2. Проведення віртуальних лабораторних робіт, якщо реальний експеримент утруднений та під час виконання творчих завдань:*

1) дослідження особливостей поведінки моделі фізичного явища при різних значеннях його параметрів та у різних умовах (наприклад, фізичні параметри мають екстремальні значення);

2) дослідження особливостей поведінки моделей технічних об'єктів та їх систем (зокрема, для проведення експерименту).

У загальному випадку можливі такі варіанти послідовностей дій вчителя та учнів під час виконання віртуальної лабораторної роботи:

1. Учитель за допомогою мультимедійної дошки знайомить учнів з роботою комп'ютерної моделі. Під керівництвом вчителя школярі виконують віртуальну лабораторну роботу на власних робочих місцях (за персональними комп'ютерами), використовуючи комп'ютерну модель та письмову інструкцію до лабораторної роботи.

2. Віртуальний дослід виконується одним учнем, інші – спостерігають та фіксують експериментальні дані, обробляють їх формулюють висновки. Обговорюються результати експерименту і межі застосування комп'ютерних моделей. У разі лабораторного практикуму обговорення проводяться у групах.

3. Лабораторна робота з використанням реальних приладів та віртуального середовища можуть бути виконані учнями паралельно.

Приклад. Відповідно до шкільної програми з фізики лабораторна робота

«З'ясування умов плавання тіл» виконується учнями у 8 класі.

Традиційно під час проведення лабораторної роботи учні самостійно проводять необхідні вимірювання й обчислення архімедової сили й сили тяжіння, тому що ці практичні уміння вже сформовані у школярів. Для обчислення


**1** Записати в зошитах для лабораторних робіт: дату, номер лабораторної роботи, її назву, завдання, вихідні формули, прилади і матеріали.

**Лабораторна робота №7**  
**З'ясування умов плавання тіл**

**Завдання:**

1. Порівнюючи силу тяжіння і силу Архімеда, що діють на занурену у воду пробірку з піском, з'ясувати коли тіло плаває, коли - тоне.
2. Пробірка знаходиться біля дна мензурки. Пояснити, за якою ознакою, не знаючи значення сил, можна стверджувати, що пробірка плаває або тоне.
3. Як, знаючи густину речовини тіла зануреного у рідину, і густину рідини, виявити, коли тіло плаває, а коли тоне?

**Вихідні формули:**  
**Прилади і матеріали:**

Після виконання записів у зошит наведіть стрілку миші на зелену кнопку і натисніть праву кнопку миші → 

**2** Накреслити таблицю для експериментальних даних і зробити малюнок дослідної установки.

m, кг	V <sub>т</sub> , м <sup>3</sup>	ρ, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	F <sub>т</sub> , Н	F <sub>а</sub> , Н	Поведінка тіла
0,01					
0,02					
0,03					
0,04					

Після виконання записів у зошит наведіть стрілку миші на зелену кнопку і натисніть праву кнопку миші → 



**3** Виконайте перше завдання: за допомогою миші виберіть перше значення маси пробірки з піском, отримані результати вимірювань і обчислень занести в таблицю у зошиті; аналогічні дії послідовно виконайте з іншими значеннями маси; порівняйте значення сил і зробіть висновки.

m, кг	V <sub>т</sub> , м <sup>3</sup>	ρ, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	F <sub>т</sub> , Н	F <sub>а</sub> , Н	Поведінка тіла
0,01					
0,02					
0,03					
0,04					

**4** Виконайте попередні дії в оберненому порядку і виконайте останні два завдання.

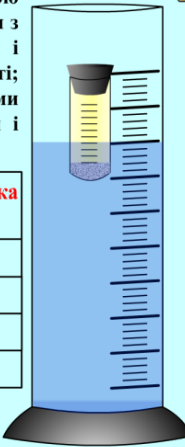


Рис. 2.14. Приклад віртуальної лабораторної роботи.

архімедової сили використовують результати вимірювання зміни об'єму води у мензурці після занурення у воду пробірки з піском. Обчислюють архімедову силу за формулою  $F_A = \rho_P g \Delta V$ . Для обчислення сили тяжіння використовують результати вимірювання маси пробірки з піском на важільних терезах. Обчислюють силу тяжіння за формулою  $F_T = mg$ .

При цьому вчителіві необхідно створити умови для самостійного правильного формулювання законів плавання тіл. Суттєвою особливістю цієї роботи є те, що на її виконання необхідний значний навчальний час: учні мають виконати низку дій та операцій – порівняння, узагальнення, щоб зрештою зробити умовивід.

Можлива фронтальна організація й проведення даної лабораторної роботи з використанням мультимедійних засобів у ролі "експериментальні установки".

Запропонована нами робота

виконується на основі використання псевдомодельовання, тобто повної репродукції явища на екрані. Запускаємо відповідну програму. На поверхні мультимедійної дошки демонструємо зображення (рис. 2.14), де вказано команди та зміст їх виконання.

Далі учні, колективно вказуючи умови проведення досліду – масу пробірки з піском, на поверхні мультимедійної дошки, отримують готові результати вимірювань та обчислень (рис. 2.15). Порівнюючи результати лабораторної роботи, школярі самостійно мають прийти до висновків: тіло плаває, коли сила тяжіння дорівнює силі Архімеда; тіло тоне, коли сила тяжіння більша за силу Архімеда.

**Лабораторна робота**  
**"З'ясування умов плавання тіл"**

Завдання: з'ясувати умови, коли тіло плаває у воді і коли тоне  
Прилади і матеріали: мензурка з водою, пробірка з гумовою пробкою, пісок.  
Розрахункові формули:  $F_T = mg$ ,  $F_A = \rho V_T g$

m, кг	$V_T, \text{м}^3$	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$F_T, \text{Н}$	$F_A, \text{Н}$	Поведінка тіла
0,01	0,00003	1000	0,098	0,098	плаває
0,02					
0,03					
0,04					

↑ Виберіть будь-яке значення маси

**Лабораторна робота**  
**"З'ясування умов плавання тіл"**

Завдання: з'ясувати умови, коли тіло плаває у воді і коли тоне  
Прилади і матеріали: мензурка з водою, пробірка з гумовою пробкою, пісок.  
Розрахункові формули:  $F_T = mg$ ,  $F_A = \rho V_T g$

m, кг	$V_T, \text{м}^3$	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$F_T, \text{Н}$	$F_A, \text{Н}$	Поведінка тіла
0,01					
0,02					
0,03					
0,04	0,00009	1000	0,392	0,294	тоне

↑ Виберіть будь-яке значення маси

Рис. 2.15. Приклад віртуальної лабораторної роботи

З метою диференціації діяльності учнів за її розумовою складністю, деяким учням можна запропонувати додаткові завдання, які приведуть до висновків:

- 1) тіло плаває у рідині, коли густина речовини тіла й густина рідини однакові;
- 2) тіло тоне у рідині, коли густина речовини тіла більша за густину рідини.

На наступному уроці, аналізуючи результати виконання лабораторної роботи, робляться висновки про умови плавання тіл, використовуючи поняття сили тяжіння і сили Архімеда, також поняття густин речовини тіла і рідини.

Насамкінець необхідно зазначити, що у розглянутому варіанті проведення лабораторної роботи відсутні дії школярів, пов'язані з вимірюваннями та обчисленнями фізичних величин. Це може бути підставою для твердження про нижчу дидактичну цінність методики проведення віртуальної лабораторної

роботи порівняно з традиційною організацією навчальної діяльності учнів. З цим можна погодитися, якщо розглядати лабораторну роботу ізольовано від системи уроків, які утворюють цикл навчального процесу, під час якого формуються знання і відповідні способи діяльності. Враховуючи останнє варто зауважити, що запропонована методика проведення лабораторної роботи дозволяє на уроці виконати всі завдання, або подумати над додатковими завданнями, а дії з приладами і обчислення будуть виконані на наступних уроках, зокрема на уроці з розв'язування задач. Крім того, вчитель може запропонувати учням експериментальну задачу, яка передбачає вимірювання відповідних фізичних величин.

На завершення необхідно підкреслити, що віртуальна реальність – це лише уявна модель реального світу, яка використовується для його пізнання. Тому головне, щоб комп'ютерне моделювання фізичного експерименту стало гармонійним доповненням реального експерименту, а не заміщувало його. Натурні дослідження, вимірювальні системи на базі комп'ютера, віртуальні моделі фізичних явищ та процесів, пояснення вчителя, навчальний текст – усе це в комплексі має визначати принципово нову якість подачі навчального матеріалу. Таким чином, буде забезпечений перехід до інноваційної моделі навчання, яка передусім сприяє підвищенню рівня пошукової навчальної діяльності та досягненню передбачуваних навчальних результатів.

#### **2.4. Зображення графічних залежностей у механіці з використанням мультимедійних засобів**

Однією з істотних ознак змісту фізики-науки, отже і фізики – шкільного навчального предмету – є усвідомлення взаємозв'язку й взаємообумовленості фізичних явищ.

Будь-який фізичний процес, як закономірну послідовність зміни станів фізичних об'єктів, описує певна функціональна залежність числових значень фізичних величин. Способами виразу функціональних залежностей між

фізичними величинами є формули і графіки.

*Формула* – виражене буквами, числами, знаками умовне позначення відношення будь-яких величин, елементів і т. ін. [159, 625].

*Графік* – наочне зображення кількісної залежності різних явищ; лінія, побудована певним чином у певній системі координат [159, 160].

На уроках фізики необхідно досягти усвідомлення школярами того, що формула і графік – два способи вираження взаємної обумовленості реальних величин.

Застосування графічного методу сприяє зміцненню зв'язків фізики з математикою, наповнює абстрактні математичні закономірності конкретним фізичним змістом.

Формально дії, пов'язані з дослідженням графіків (побудова графіку за формулою, що виражає функціональний зв'язок між величинами, запис формули за даним графіком, визначення за графіком значень фізичних величин, у тому числі мінімальних, максимальних та середніх), описуючи конкретні фізичні явища, класифікуються як математичні. Однак, на відміну від математики, їх виконання на уроках фізики має на меті розкриття фізичної сутності явища чи процесу, що описується конкретним графіком. Відповідно формування у школярів умінь виконувати зазначені дії на уроках фізики та математики необхідне для опису фізичних явищ та розв'язування певних груп фізичних задач.

Проте, системи дій школярів, що пов'язані із зазначеними вміннями, набувають фізичного змісту в тому випадку, коли цей графік асоціюється з відповідним фізичним явищем чи процесом. Тобто сприймання учнем графіку має викликати у його свідомості образ того фізичного явища або процесу, характеристики якого закладені у геометричному образі, що ним спостерігається.

Розв'язання цієї проблеми на новому рівні стає можливим завдяки впровадженню у процес навчання фізики мультимедійних засобів та технологій.

Перш за все, перейти від образу фізичного явища до його геометричного образу дозволяє побудова та аналіз графіку.

Під час побудови графіків традиційно діють так:

1) вводять формулу, яка відображає певну закономірність у фізичному явищі і креслять графік, посилаючись на те, що цей вид графіку визначається введеною функціональною залежністю між фізичними величинами;

2) графік креслять за даними експерименту, що проводиться на уроці (графік будується у процесі його введення), або за даними, які є результатом певних наукових досліджень (графік дається у готовому вигляді).

Використання у навчальному процесі з фізики мультимедійних засобів набагато розширює можливості встановлення безпосереднього зв'язку між згаданими вище образами шляхом використання відповідних комп'ютерних демонстрацій.

Головним у використанні комп'ютерних демонстрацій є можливість реалізації одночасного спостереження за явищем чи процесом та побудовою графіку. При цьому і явище, і побудова графіку спостерігаються у динаміці.

За допомогою комп'ютерних демонстрацій на поверхні мультимедійної дошки, використовуючи їх у комплексі з реальними дослідами, можна:

– відтворити фізичне явище, яке не можна спостерігати у класі або через обмеженості навчального фізичного експерименту, або через відсутність необхідних приладів;

– виділити у ньому ті ознаки, які потім будуть відображені на графіку.

Спільною для зазначених демонстрацій є така *послідовність систем дій*:

1. На екрані мультимедійного засобу спостерігають явище, процес чи дослід.

2. Аналізують побачене та відокремлюють ті ознаки явищ чи процесів, які будуть відображені на графіку.

3. Демонстрація повторюється, одночасно на відповідній системі координат послідовно позначається система точок, які відповідають значенням фізичних величин, що відкладаються на відповідних осях координат;

4. Повторюється попередня демонстрація, вказані точки з'єднуються лінією графіку [116].

Описаний підхід дозволяє об'єднати спостережуване явище із процесом

утворення графіку.

Зазначені прийоми можуть бути використані під час побудови графіків величин, що характеризують конкретний вид механічного руху (рівномірний, рівнозмінний, коливальний).

1. Для відліку часу зображуємо віртуальний прилад для відліку часу (рис. 2.16): у лівій частині приладу через однакові інтервали часу відбуваються світлові спалахи, у правій – одночасно зі світловими сигналами з'являються цифри 0, 1, 2.

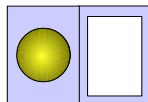


Рис. 2.16. Віртуальний прилад для відліку часу

Вісь абсцис, яка є віссю часу, поділена на рівні відрізки. Під час побудови графіку послідовно у момент появи світлового сигналу в кінці кожного відрізка з'являються цифри 0, 1, 2 ... Водночас під кожним відрізком зображуються точки, що відповідають світловим сигналам.

2. На вісі ординат, яка теж поділена на рівні відрізки, відкладаються значення швидкості руху човна  $v_y$  або проекції його переміщення  $s_y$ .

Спільною характеристикою зазначених величин є те, що на зображеннях руху тіла вони мають вигляд відрізка прямої (для векторних величин – вектора), довжина яких в залежності від виду руху змінюється, або залишається незмінною. Під час побудови графіку одночасно зі зміною відрізка прямої або вектора, що вказують на зміну відповідної фізичної величини, змінюється відрізок прямої біля осі ординат, вказуючи на аналогічну зміну значення цієї ж величини.

3. Вводячи графік швидкості зображується малюнок спідометра (рис. 2.17), який в умовних одиницях показує значення швидкості руху у моменти часу, що визначаються приладом для відліку часу.

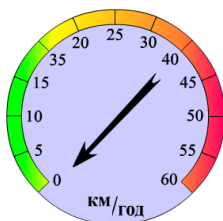


Рис. 2.17. Віртуальний спідометр.



4. Кожному такому моменту часу відповідає поява точки графіку, її ордината й абсциса. Таким чином, послідовно утворюється система точок графіку, які потім з'єднуються лінією – отримується лінія графіку.

Розглянемо систему комп'ютерних демонстрацій, пов'язаних із введенням графіків прямолінійного рівномірного та рівнозмінного рухів тіла.

### **Введення графіку залежності шляху від часу у прямолінійному рівномірному русі**

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструємо анімоване зображення рівномірного руху автомобіля (рис. 2.18).

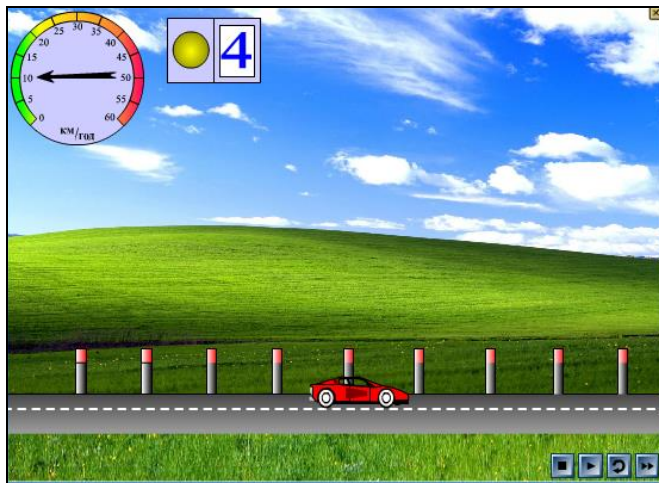


Рис. 2.18. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

У момент часу, коли автомобіль досягає першого стовпчика безпеки руху, починають "працювати" спідометр і прилад часу. За показами спідометра учні можуть визначати значення швидкості автомобіля у послідовні моменти часу 0, 1, 2, 3, 4. Аналізуючи спостережуваний рух автомобіля та отримані результати приходимо до висновків: рух автомобіля прямолінійний та рівномірний (за будь-які однакові інтервали часу автомобіль проходить однакові шляхи).

Ставимо перед учнями задачу: *як можна зобразити залежність шляху, пройденого автомобілем, від часу його руху за допомогою графіка?*

2. Зображення переміщується у верхню частину екрану та звільняють місце для побудови графіку. Демонструємо фрагменти як одне ціле. Використовуючи

описані вище прийоми узгодження зображення явища і процесу побудови графіку (прийом 1, 2) будуються точки майбутнього графіку (рис. 2.19 ).

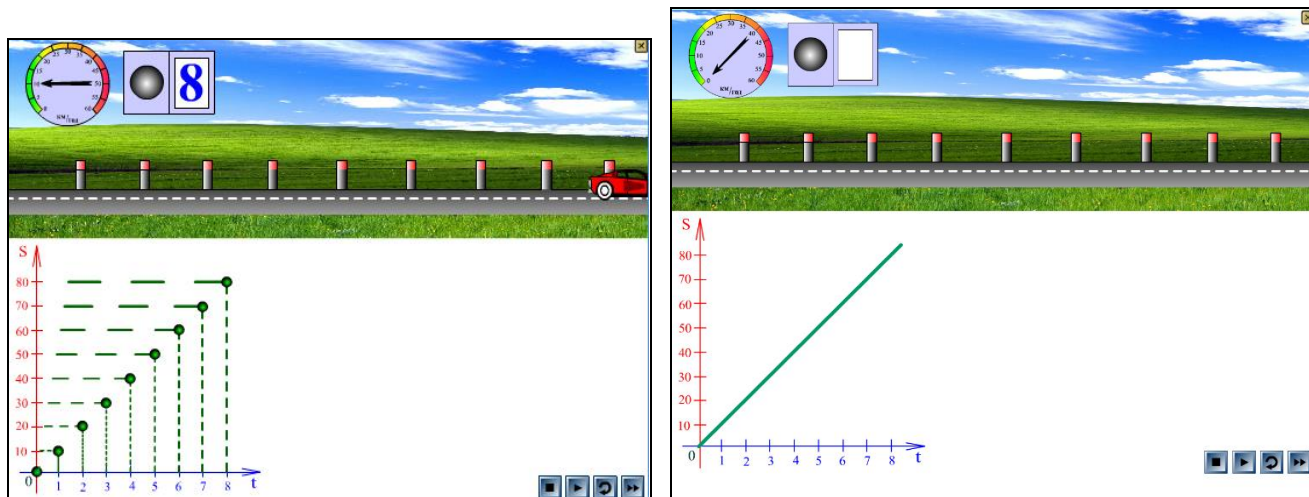


Рис. 2.19. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

Підкреслюючи неперервність механічного руху, приходимо до висновку, що лінія, яка з'єднає отримані точки, дозволить визначити значення пройденого шляху у будь-який момент часу. На отриманому зображенні з'єднуються точки графіку.

3. Повторюємо послідовність вказаних фрагментів демонстрацій для більшої швидкості руху автомобіля.

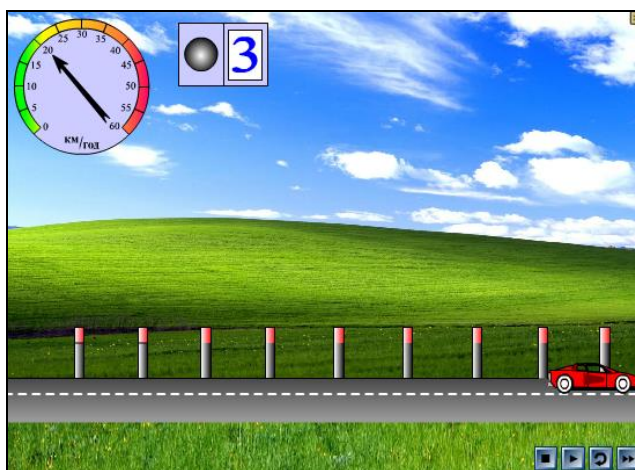


Рис. 2.20. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

4. Зображення знову переміщується у верхню частину екрану. Поряд із попереднім графіком будуються точки майбутнього графіку, які з'єднуються лінією (рис. 2.21).

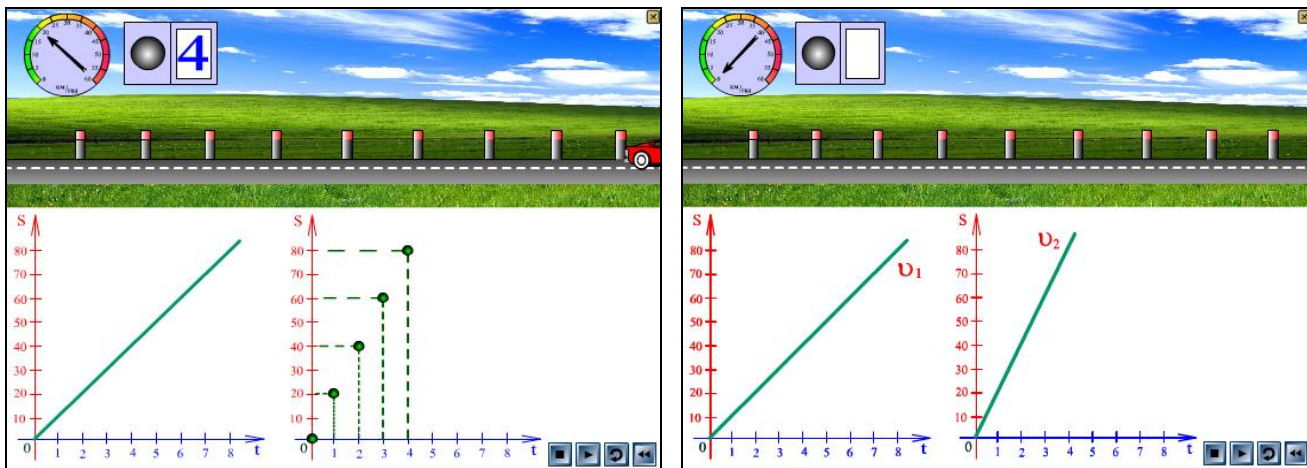


Рис. 2.21. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

5. Зображення обох графіків накладається. За графіками порівнюємо швидкості руху автомобіля в обох випадках (рис. 2.22).

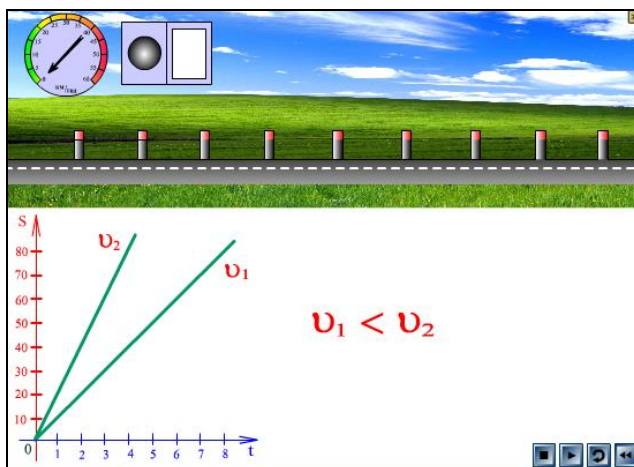


Рис. 2.22. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

Робимо висновок: *графік рівномірного прямолінійного руху (залежність шляху від часу) являє собою пряму, нахилену до вісі часу під кутом, який залежить від швидкості руху тіла.*

### Методика введення графіку залежності швидкості прямолінійного рівномірного руху від часу руху

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструємо інтерактивну комп'ютерну модель, у якій відтворений рівномірний рух човна (Рис. 2.23).



Рис. 2.23. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

Вектор швидкості руху човна переміщується разом з ним зберігаючи постійну довжину. Аналізуючи спостережуване явище, приходимо до висновків: рух човна прямолінійний і рівномірний (за будь-які однакові інтервали часу швидкість не змінюється).

Ставимо питання: *як можна зобразити залежність швидкості руху човна від часу за допомогою графіка?*

2. Зображення попереднього фрагменту зменшується та переміщується у верхню частину екрану, вивільнюючи місце для графіку. Швидкість руху човна відображено на спідометрі для відліку часу розміщено спеціальний прилад – умовний «секундомір» (Рис. 2.24).

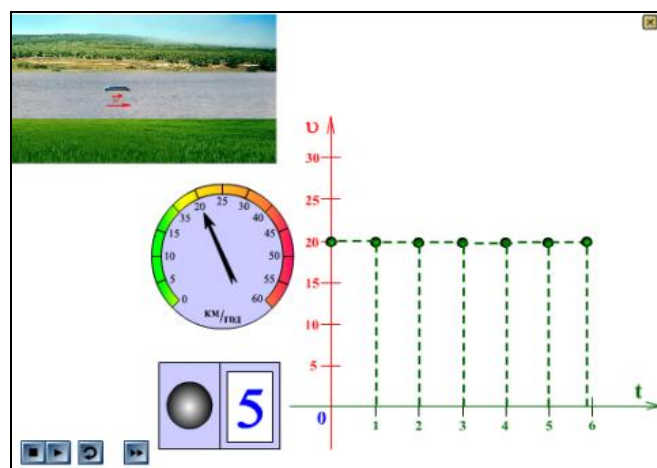


Рис. 2.24. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

Указуємо, що отримані характеристики руху човна можна зобразити на малюнку, використовуючи вісь координат, спрямовану в бік його руху.

3. Будуються точки майбутнього графіку та з'єднуються лінією графіку (рис. 2.25).

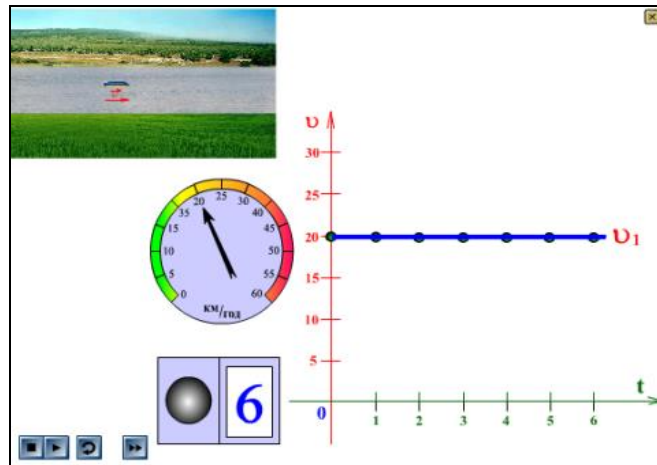


Рис. 2.25. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

Підкреслюємо неперервність механічного руху, вказуючи, що лінія, яка з'єднує отримані точки, дозволяє визначити значення швидкості у будь-який момент часу.

Робимо висновок: *графік швидкості для рівномірного руху є прямою, паралельною вісі часу.*

4. Повторюємо послідовність вказаних фрагментів демонстрацій для руху другого човна, швидкість якого більша.



Рис. 2.26. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

Спостерігаємо за побудовою у тій самій системі координат графіку швидкості руху другого човна (рис. 2.27).

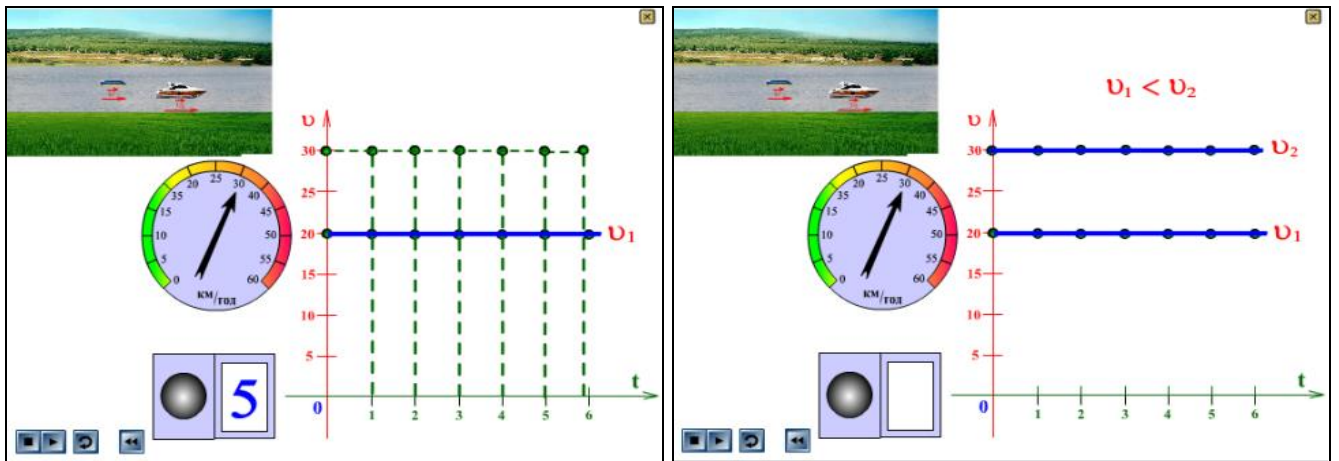


Рис. 2.27. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

За графіками порівнюємо швидкості руху обох човнів.

5. Розв'язуємо задачі на побудову та аналіз графіків швидкості рівномірного прямолінійного руху.

### Методика введення графіку залежності проекції швидкості прямолінійного рівномірного руху від часу руху

1. На екрані демонструється аналогічна попередній інтерактивна комп'ютерна модель, у якій відтворений рівномірний рух човна. Відмінність полягає у наявності у кадрі зображення вісі координат, напрям якої співпадає з напрямом руху човна (рис. 2.28).

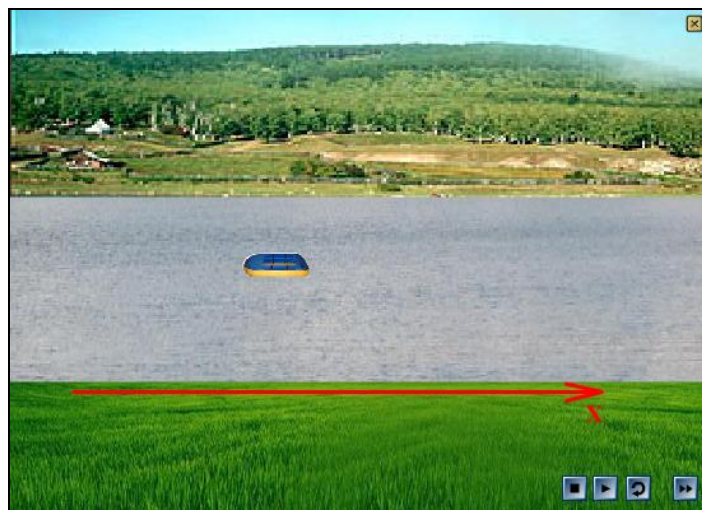


Рис. 2.28. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

2. У наступному фрагменті з'являється зображення вектора швидкості руху

човна. Вектор швидкості руху човна переміщується разом з човном зберігаючи постійну довжину. Аналізуючи спостережуване явище, приходять до висновків: рух човна прямолінійний і рівномірний (за будь-які однакові інтервали часу швидкість не змінюється). У нижній частині екрану розміщено зображення вісі координат та вектора швидкості руху. Підкреслюємо, що їх напрями співпадають.

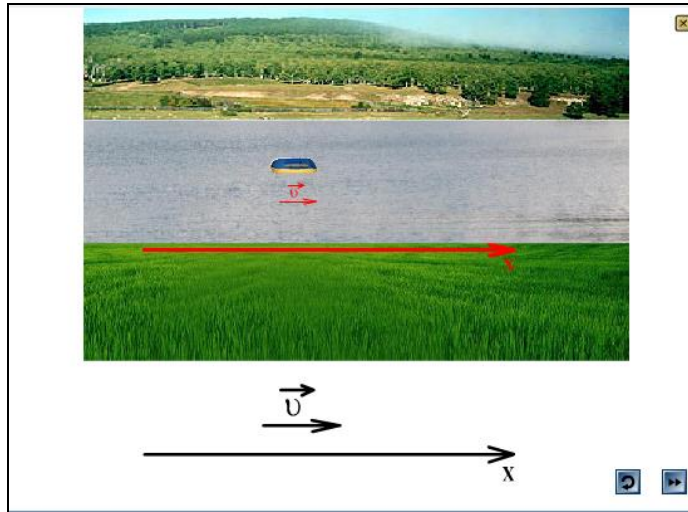


Рис. 2.29. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

3. Зображення першого фрагменту зменшується та переміщується у верхній куток екрану. Поряд з ним з'являється зображення спідометра та приладу для відліку часу. (рис. 2.29).

Під час відтворення руху човна в одній системі координат на вісі ординат відкладаються значення швидкості руху човна  $v$ , в іншій – значення проекції швидкості на вісь  $x$   $v_x$ . Побудовані точки з'єднуються лінією графіку.

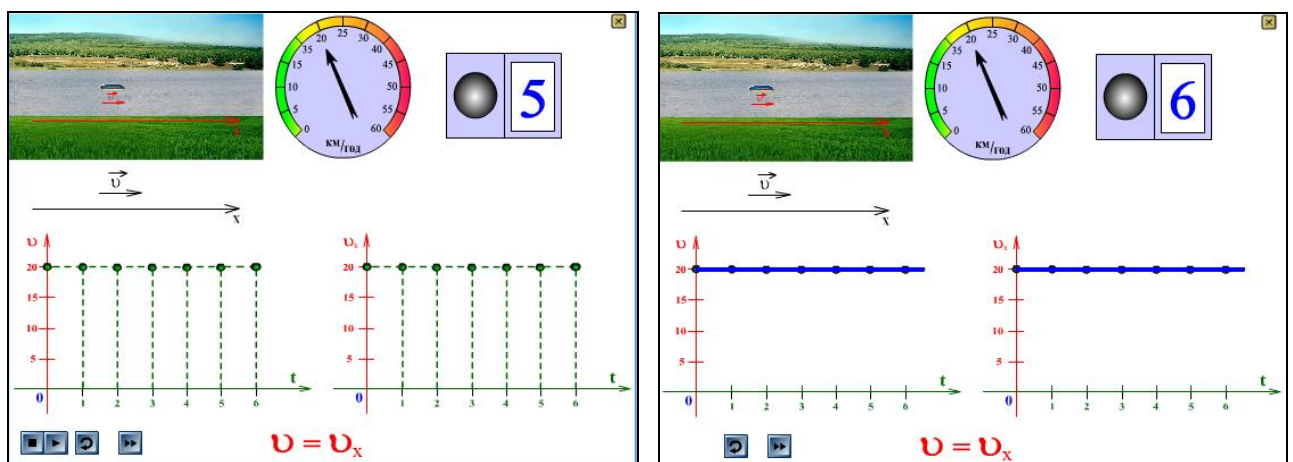


Рис. 2.29. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

4. Знову демонструється рівномірний рух човна із зображенням вісі

координат, напрям якої протилежний напрямку руху човна (рис. 2.30).

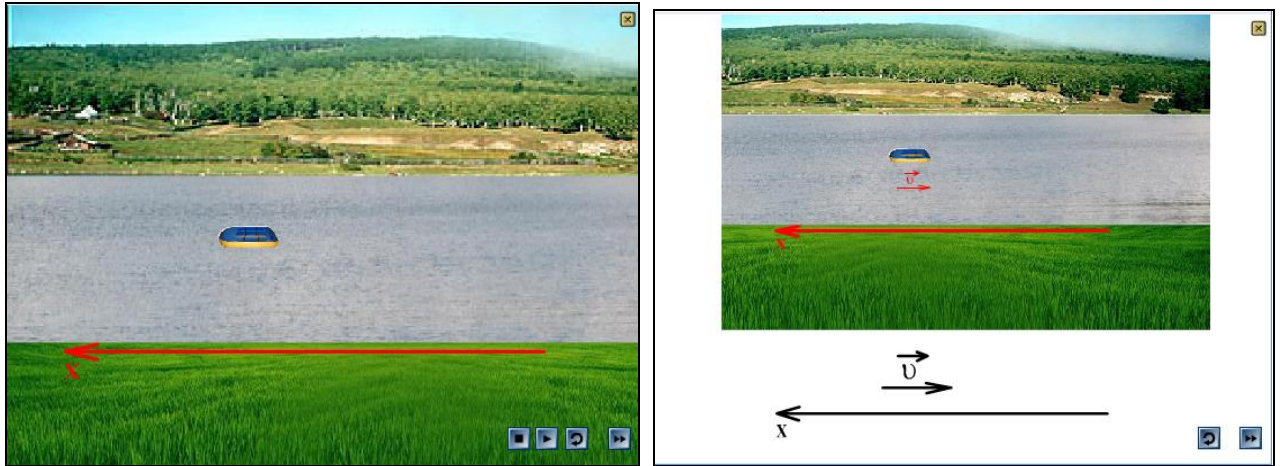


Рис. 2.30. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

5. Далі з'являється зображення вектора швидкості руху човна, який, зберігаючи постійну довжину, переміщується разом з човном. У нижній частині екрану розміщено зображення вісі координат та вектора швидкості руху. Підкреслюємо, що їх напрями протилежні.

6. У верхній частині екрану розміщується зменшене зображення першого фрагменту, спідометра та приладу для відліку часу. (рис. 2.31).

Одночасно з відтворенням руху човна в одній системі координат на вісі ординат відкладаються значення швидкості руху човна  $v$ , в іншій – значення проекції швидкості на вісь  $x$   $v_x$ , коли їх напрями протилежні. Побудовані точки з'єднуються лінією графіку.

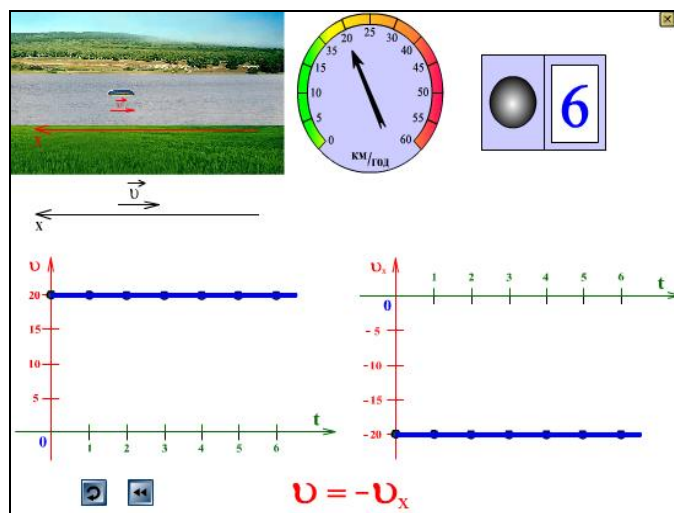


Рис. 2.31. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі



Робимо висновок: якщо при рівномірному прямолінійному русі швидкість руху тіла напрямлена вздовж обраної вісі координат, то графік проекції швидкості лежить вище вісі часу; якщо ж швидкість напрямлена проти обраної вісі координат, то графік проекції швидкості лежить нижче вісі часу.

### Методика введення графіків прямолінійного рівнозмінного руху

Під час вивчення прямолінійного рівнозмінного руху вводяться та використовуються графіки залежності від часу таких фізичних величин: швидкості руху, прискорення, переміщення (їх модулів та проекцій на вісь координат), координати, шляху.

Під час введення графіків швидкості руху, проекції переміщення, координат, шляху для рівномірного прямолінійного руху у комп'ютерних демонстраціях для уникнення спотворень у відображенні реальних процесів доцільно використовувати "умовні одиниці", у яких вимірюються вказані фізичні величини і час.

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструємо анімоване зображення рівнозмінного руху автомобіля (рис. 2.32).

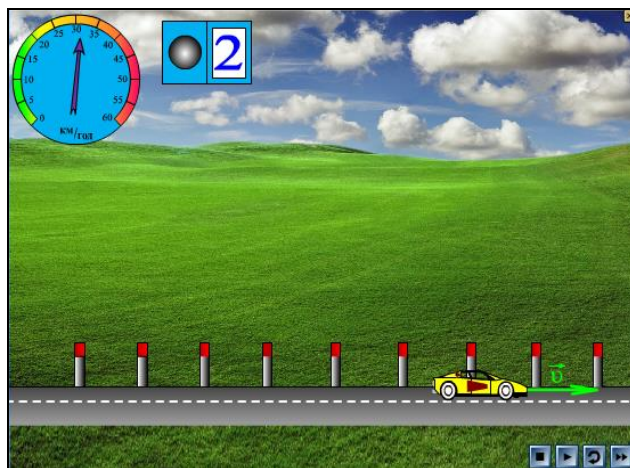


Рис. 2.32. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

У момент часу, коли автомобіль досягає першого стовпчика безпеки руху, починають "працювати" спідометр і віртуальний прилад для відліку часу. У момент початку спостережень (першого сигналу віртуального «секундоміра»)

з'являються покази спідометра та вектор швидкості. Вектор швидкості переміщується разом з автомобілем, одночасно збільшується його довжина.

Учні визначають за показами спідометра значення швидкості автомобіля у послідовні моменти часу 0, 1, 2, 3, 4. Отримані значення записуємо на новому листі мультимедійної дошки (у робочих зошитах). Аналізуючи спостережуване явище й отримані результати приходимо до висновків: рух автомобіля прямолінійний та рівноприскорений (за будь-які однакові інтервали часу швидкість зростає на одне й те саме значення); початкова швидкість автомобіля не дорівнює нулю.

2. Одночасно демонструємо наступні фрагменти, зображені на рисунку 2.33.

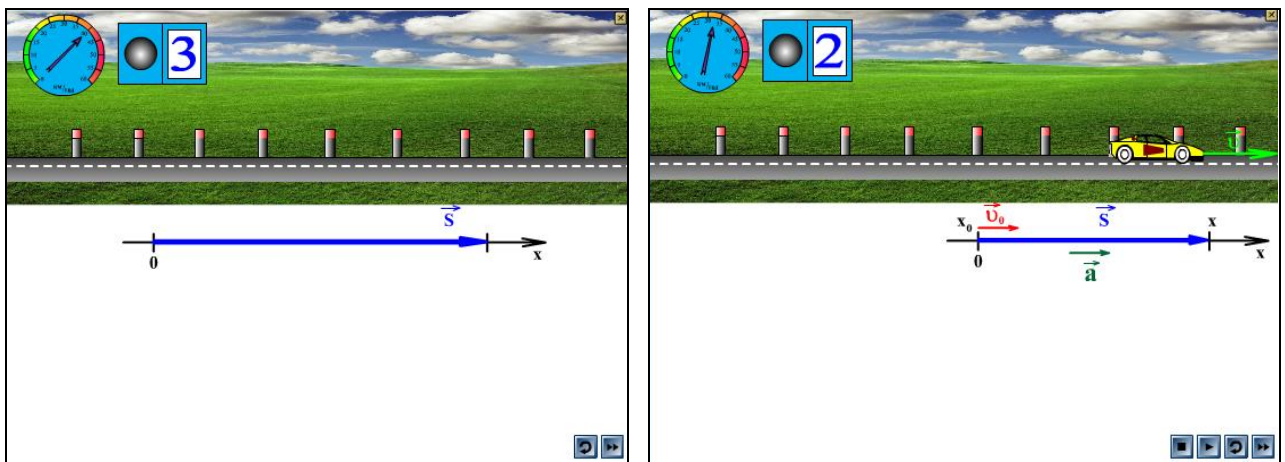


Рис. 2.33. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

Ставимо перед учнями задачу: *Як можна зобразити спостережуваний рух автомобіля та його характеристики за допомогою графіка?*

Указуємо, що характеристики руху автомобіля (переміщення, вектори початкової швидкості та прискорення) можна зобразити на малюнку, використовуючи вісь координат, спрямовану в бік руху.

3. Розміри зображень попередніх фрагментів під час наступних демонстрацій стають меншими. Зображення переміщуються у верхню частину екрану та звільняють місце для побудови графіку.

Демонструємо послідовно фрагменти, зображені на рисунку 2.34.

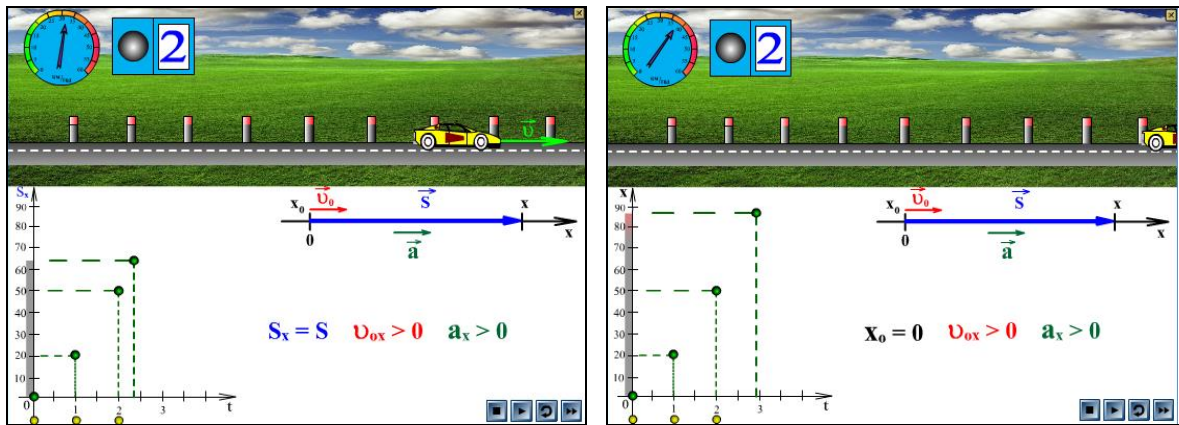


Рис. 2.34. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

На основі прийомів узгодження відтворення явища і процесу побудови графіку будуються точки майбутніх графіків: залежності проекції переміщення та координати рухомого тіла від часу.

Підкреслюючи неперервність механічного руху, приходимо до висновку, що лінія, яка з'єднає отримані точки, дозволить визначити значення швидкості у будь-який момент часу. На отриманих зображеннях з'єднуються точки графіку.

4. Демонструємо фрагмент, кадр якого зображений на рисунку 2.35 і за даним графіком описуємо рух автомобіля.

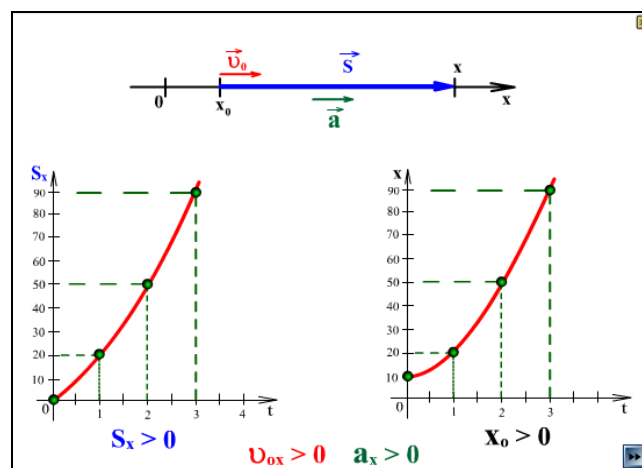


Рис. 2.35. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

5. Знову демонструємо анімоване зображення рівнозмінного руху автомобіля (рис. 2.36). При цьому спостереження за показами спідометра вказує на зменшення швидкості руху автомобіля за будь-які однакові інтервали часу на одне й те саме значення. Приходимо до висновків: рух автомобіля прямолінійний та рівносповільнений.

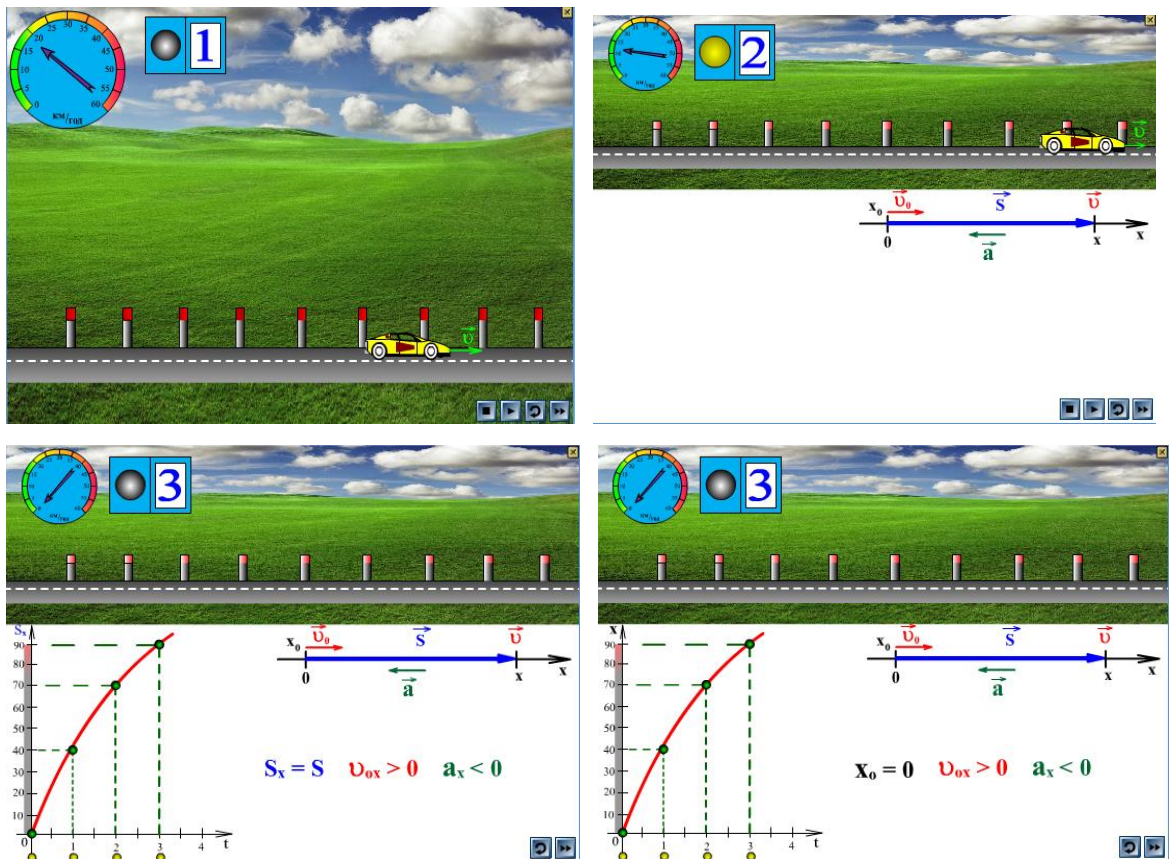


Рис. 2.36. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

6. Демонструємо послідовність аналогічних фрагментів демонстрацій і вводимо графіки залежності проекції переміщення та координати рухомого тіла від часу для рівносповільненого прямолінійного руху.

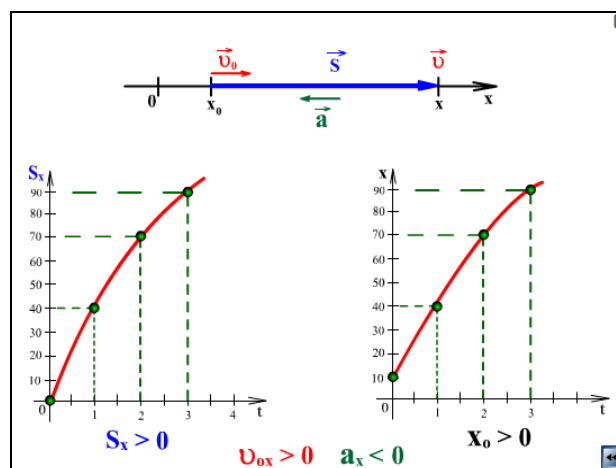


Рис. 2.37. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі

Виконуючи подібні завдання, учень усвідомлює, що числові значення фізичних величин визначають характер графіка, а величина прискорення визначає нахил прямої до вісі часу.

## Методика введення графіку залежності зміщення від часу у коливальному русі

При вивченні механічних гармонійних коливань вводяться , а потім використовуються графіки залежності зміщення тіла від часу. На осі абсцис відкладаються значення часу  $t$  , а на осі ординат – значення зміщення  $x$  .

1 . На поверхні мультимедійної дошки демонструємо анімоване зображення коливається тіла – вантажу , підвішеного до пружини.

Аналізуючи спостережуване явище, учні приходять до висновку, що вантаж здійснює коливальні рухи.

Ставимо перед учнями завдання: як можна зобразити залежність зміщення вантажу від часу при коливальному русі?

2. У правій вільній частині екрану з'являється система координат, яка розташована таким чином, що нульове положення на осі ординат збігається з положенням рівноваги вантажу.

Поруч з коливальною системою зображена віртуальна «лінійка» для фіксації положення вантажу. Вантаж зміщують вниз, приводячи в коливання. У момент часу, коли вантаж проходить положення рівноваги, в лівій частині приладу для відліку часу періодично виникають спалахи, а в правій – свідчення 0, 1, 2, 3. У цей час зсув вантажу в кожен момент часу 1, 2, 3 фіксується на лінійці, фарбуючи її поділу по черзі в жовтий і червоний колір.

Під час здійснення вантажем коливань, на осі ординат, яка розділена на рівні відрізки, відкладаються значення його зміщення  $x$ . При цьому одночасно із зміною кольору відрізка на лінійці, змінюється колір відрізка прямої у осі ординат, вказуючи на аналогічне зміна значення цієї ж величини.

На осі абсцис, віссю часу, послідовно в моменти появи світлового сигналу в кінці кожного відрізка з'являються цифри 0, 1, 2...

Одночасно на координатній площині зображуються точки, що відповідають світловим сигналам і зміщенням вантажу.

3. На отриманому зображенні з'єднуються точки графіка.

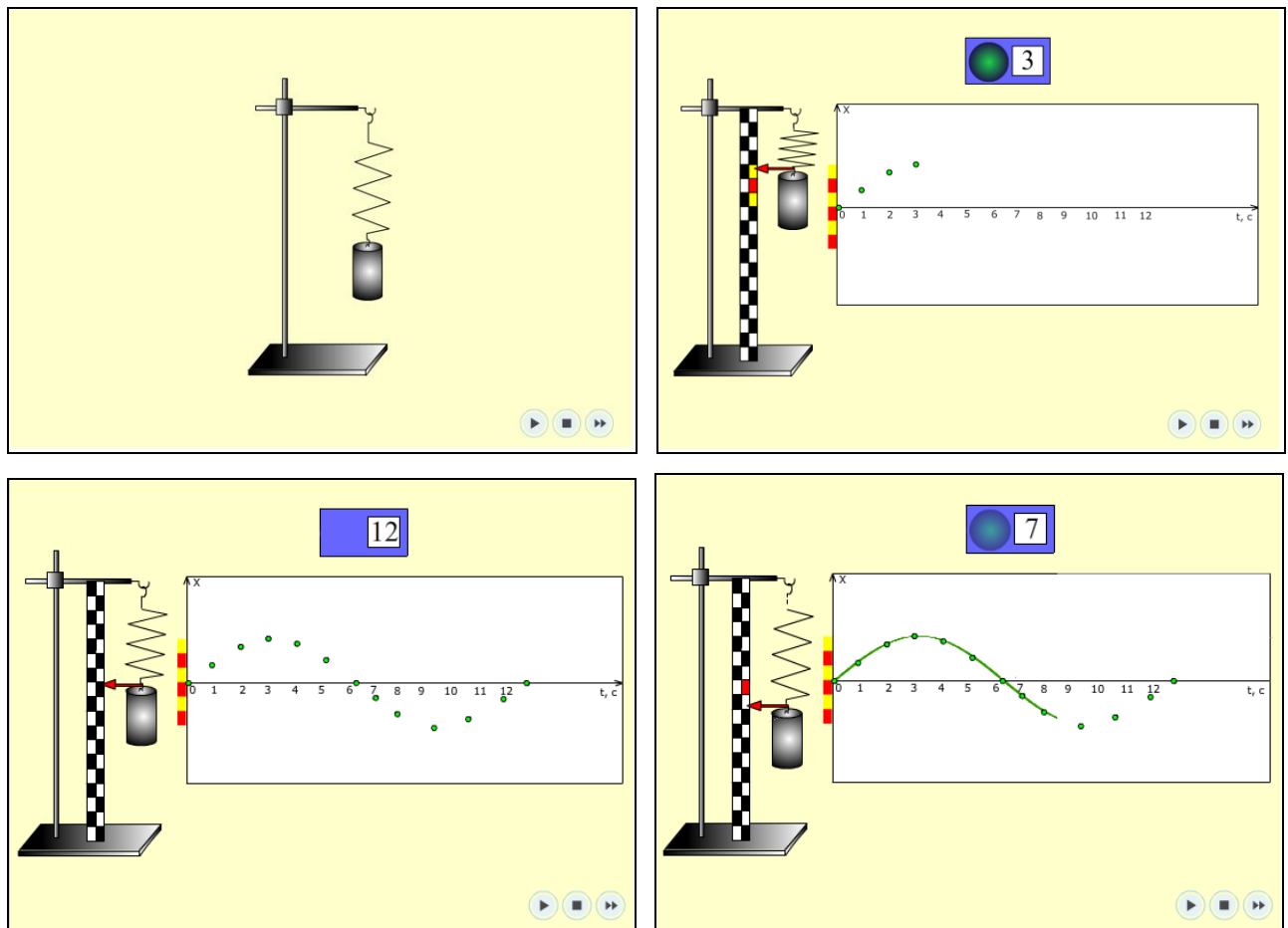


Рис. 2.38. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

4. На основі демонстрації робимо висновок, що координата тіла, що здійснює вільні коливання, змінюється з часом за законом синуса або косинуса. Вводимо істотні ознаки гармонійних коливань.

### Побудова графічної залежності сили пружності від деформації тіла

За допомогою графіка можна наочно уявити функціональну залежність фізичних величин, з'ясувати, у чому сенс прямої і зворотної пропорційності між ними, вказати, як швидко зростає чи падає чисельне значення однієї фізичної величини у залежності від зміни іншої, коли вона сягає найбільшого й найменшого значень.

Зокрема, порівняльні графіки можливо використовувати для ілюстрації характеру розтягнення пружних, пластичних, і крихких тіл під дією навантаження. При порівнянні графіків спрощуються процеси співставлення

щодо пошуку схожості й розбіжності властивостей тіл, що вивчаються. Відповідно поглиблюється розуміння властивостей даного фізичного об'єкту.

Розглядаємо силу пружності, що виникає під час деформації пружини. Якщо початкова довжина пружини  $l_0$ , а довжина деформованої пружини  $l$ , то величина  $\Delta l = l - l_0$  вказує на скільки змінилася довжина пружини і має назву видовження тіла. Чим більше видовження пружини, тим більша її деформація. Отже, для встановлення зв'язку між силою пружності і деформацією необхідно з'ясувати зв'язок між силою пружності і видовженням тіла.

Для створення у свідомості учнів зв'язку між спостережуваним розтягом пружини внаслідок підвішування до неї тягарців та геометричним образом даного явища доповнюємо проведені досліди демонстрацією комп'ютерної моделі.

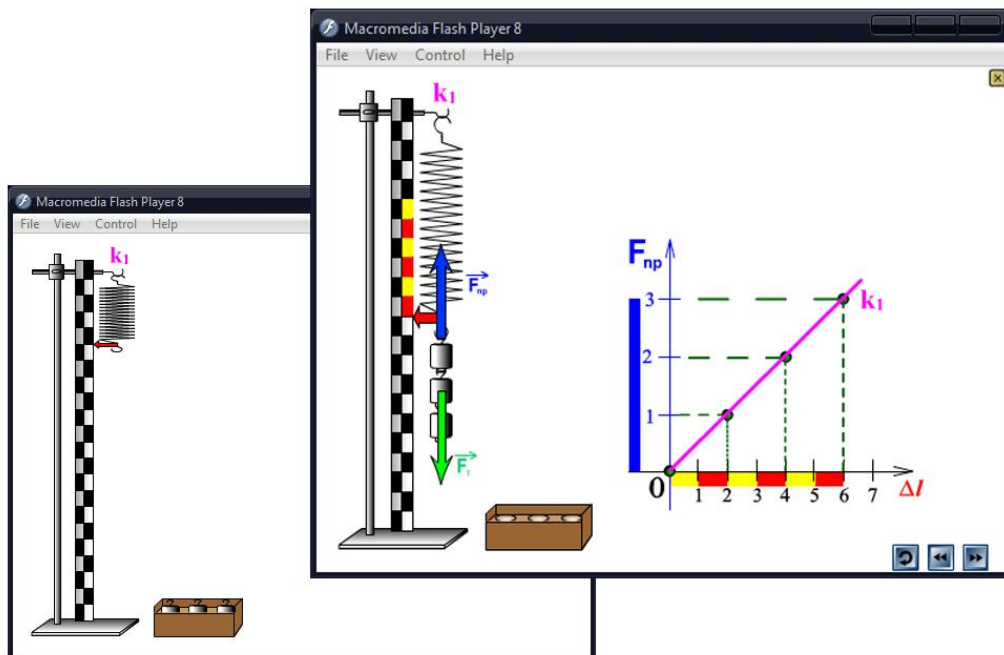


Рис. 2.39. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

Спочатку на поверхні мультимедійної дошки імітується проведення експерименту. Дотиком та утриманням руки переміщуємо тягарці, по черзі «підвешуючи» їх на пружину. Видовження пружини при цьому зображується зафарбовуванням поділок «лінійки» у червоний та жовтий кольори. Внаслідок підвішування на пружину одного тягарця вона видовжується на дві поділки (рис. 2.39). При цьому у кадрі відображено й зміну сил тяжіння та пружності як зміну відповідних довжин векторів.

Після того, як усі тягарці підвішені, у вільній частині екрану з'являється система координат. На вісі абсцис відкладатимемо відповідні значення видовження пружини, на вісі ординат – значення сили пружності.

Повторюється віртуальний дослід. Паралельно у системі координат відкладаються значення сили пружності та видовження пружини. При цьому відрізки координатних осей поступово зафарбовуються у кольори, які відповідають видовженню та силі пружності на зображенні експериментальної установки. Утворені точки з'єднуються лінією графіку.

Використовуючи міжпредметні зв'язки фізики з математикою, пригадуємо, і записуємо рівняння прямої у вигляді  $F = k_1 \Delta l$ .

Віртуальний дослід повторюємо для іншої пружини. Звертаємо увагу учнів на тому, що видовження під час підвішування другої пружини відрізняється – замість двох поділок, як у попередньому випадку, тільки одна. Однак значення сили пружності не змінилося. Результати спостережень фіксуються на графіку.

Записуємо рівняння для другого випадку  $F = k_2 \Delta l$ .

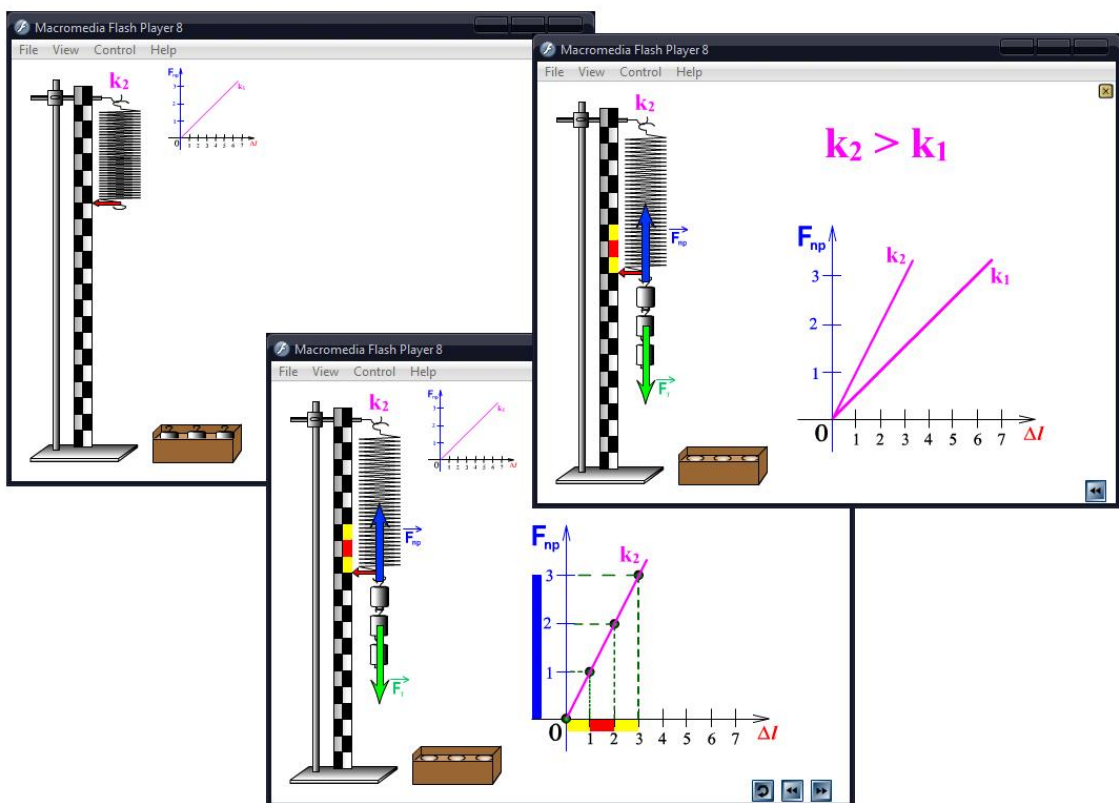


Рис. 2.40. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі



Суміщаючи побудовані графіки, порівнюємо  $k_1$  та  $k_2$ .

Робимо висновок: сила пружності прямо пропорційна видовженню тіла. Вводимо закон Гука. Знайомимо учнів з принципом дії динамометра.

Таким чином, введення у процес навчання фізики комп'ютерних демонстрацій, реалізованих мультимедійними засобами, розв'язує проблему такого сприймання учнем графіку, яке викликає в його свідомості образ того фізичного явища або процесу, характеристики якого закладені у геометричному образі, що спостерігається. При цьому є можливість одночасного спостереження в динаміці за явищем або процесом та побудовою графіку. А отже, зазначені дії з графіками набувають в уявленні учнів фізичного змісту.

## **2.5. Мультимедійні технології у систематизації й узагальненні знань учнів з механіки**

Завданнями навчання фізики є формування в учнів глибоких, міцних і дієвих знань основ фізики-науки та їх практичних застосувань до природничо-наукового пізнання. Один із шляхів вирішення цих завдань – організація спеціальної роботи з узагальнення та систематизації знань.

Систематизувати означає приводити в систему [169, 15]. Отже, під систематизацією слід розуміти розумову діяльність, у процесі якої досліджувані об'єкти мають бути організовані в певну систему на основі вибраного принципу.

Після вивчення нового матеріалу істотні ознаки компонента необхідно систематизувати, утворюючи систему тверджень, засвоєння якої створює у свідомості учнів цілісне уявлення про предмет пізнання.

Розв'язанню даного завдання у значній мірі сприяє складання учнями конспектів. Способи складання та використання конспектів на уроках фізики описані у працях [54], [60], [62], [65].

Про доцільність використання конспектів під час вивчення фізики сказано у "Методиці викладання фізики", виданої у 1934 році, авторами якої є

П.О. Знаменський, Є.М. Кельзі, І.А. Челюсткін: "...Необхідно вести пояснення й демонстрації так, щоб учні встигали слухати, спостерігати явища, замальовувати схематично установки дослідів і записувати висновки одночасно з роботою у класі... Для рисунків, креслень, коротких записів основних положень, висновків, законів, формул учні повинні мати окремі зошити, спеціально призначені для записів з фізики. Такі зошити необхідні й при наявності стабільних підручників. Вони являють собою конспекти, які полегшують і сприяють швидкому і легкому засвоєнню того, що вивчається. За такими конспектами учні вдома легко відновлюють в пам'яті все те, що вони бачили і слухали у класі. Так само вони користуються зошитами під час підготовки до перевірочних іспитів" [54, 90].

Ми схильні підтримувати ідею ділення конспектів на робочі й повні.

Робочий конспект складається з двох частин: лівої і правої. Ліва частина містить образне відображення тих дослідів або явищ (малюнки, графіки, математичні символи), аналіз яких є підставою для формування тверджень про істотні ознаки компонента. У правій частині вказується зміст структурного елемента за допомогою ключових слів.

Складається робочий конспект безпосередньо на уроці. Після введення окремих структурних елементів (тверджень про істотні ознаки компонента) або їх систем вчитель знову повторює те, що було зроблено, одночасно на класній дошці, за допомогою малюнків, схем та ключових слів зображає сутність як обґрунтувань, так і самих структурних елементів. Учні виконують аналогічні зарисовування й записи у зошитах. Якщо в підручнику відсутні деякі твердження про істотні ознаки компонента, який вивчається, а вчитель вважає за доцільне їх ввести, або він не погоджується з формулюванням, наведеним у підручнику, то ці твердження у робочому конспекті записуються повністю.

Робочі конспекти – це результат систематизації та узагальнення даних, яка використовувалася і була одержана під час введення окремих структурних елементів та їх систем.

Вдома учні, користуючись робочими конспектами та працюючи з текстом підручника, в окремому (загальному) зошиті складають повний конспект, у якому

ліва частина зберігається такою, як і у робочому конспекті, а у правій частині замість ключових слів записуються повні формулювання структурних елементів.

Таким чином, складання й використання робочих та повних конспектів з фізики має на меті:

1) створення у свідомості учнів цілісних уявлень про зміст окремих компонентів курсу фізики, що відповідають структурним елементам наукового фізичного знання;

2) зменшення перевантаження пам'яті учнів дидактичним матеріалом.

3) формування в учнів умінь обґрунтовувати, пояснювати, ілюструвати окремі твердження, умінь робити висновки замість традиційного відтворення тексту параграфу «своїми словами»;

4) забезпечення свідомого засвоєння учнями навчального матеріалу через раціоналізацію процесів осмислення, запам'ятовування, відтворення навчального матеріалу;

5) формування графічних умінь учнів щодо грамотного (фізично й технічно) зображення об'єктів пізнання та умінь роботи з навчальними текстами;

6) формування в учнів навиків самостійної роботи.

Використання мультимедійних засобів і комп'ютерних технологій дозволяє модернізувати процеси складання і використання конспектів на уроках фізики на етапі узагальнення й систематизації вивченого.

Зображення фізичних об'єктів та пов'язаних з ними "опорних" слів, які відображають обґрунтування відповідних тверджень про істотні ознаки того, що вивчається, на мультимедійній дошці мають особливості порівняно з тими, які зображуються вчителем на традиційній класній дошці. Зображення у мультимедійному конспекті можуть:

– мати як статичний, так і динамічний характер;

– відображати реальні або моделювати уявні фізичні об'єкти;

– утворюватися поетапно або демонструватися повністю.

Конспект поелементно може перетворюватися із робочого у повний.

Зображення та пов'язані з ними ключові слова можуть бути деталізовані,

причому їх збільшення на мультимедійній дошці не пов'язано з додатковими витратами навчального часу.

*Структура і зміст діяльності*, пов'язаної з роботою над мультимедійним конспектом буде такою.

1. Після введення відповідного навчального матеріалу на мультимедійній дошці з'являються окремі фрагменти робочого конспекту або повна їх система.

2. Вчитель синхронно з появою конструктів коментує їх зміст, робить відповідні узагальнення.

3. Конспект, що відтворюється, коментується учнями.

Звернення до робочих конспектів дозволить встановити зв'язок між тим, що вивчається в основній і старшій школах в умовах концентричної побудови шкільного курсу фізики, забезпечуючи повторення змісту вивченого у першому концентрі під час його розвитку у другому концентрі.

Аби використання мультимедійних конспектів забезпечувало утворення у свідомості учнів цілісних уявлень про зміст окремих компонентів ШКФ, сприяло їх включенню у загальну систему знань та забезпечувало формування графічної культури школярів, вчителів під час їх створення необхідно дотримуватися певних вимог:

- зміст навчального й навчального матеріалу запропонований вчителем, має відображати твердження про істотні ознаки одиниць навчального змісту, що відповідають прийнятим у фізиці-науці з урахуванням методичних вимог;

- має бути дотримано правильність схематичного зображення установок, масштабів, штрихувань, прийнятих у фізиці позначень тощо;

- мультимедійні конспекти повинні бути вільно викладені у мережі, аби учні мали вільний доступ до них, щоб за потреби згадати те, що було вивчене.

Прикладом складання мультимедійного конспекту є організація навчального процесу при вивченні теми «Тиск газів і рідин. Закон Паскаля» [65].

### ***Конспект уроку з теми "Тиск газів і рідин. Закон Паскаля"***

*Прилади і матеріали:* насос Комовського, вакуумна тарілка, скляний ковпак, дитяча гумова кулька, гумовий шланг, банка з-під калориметра, прилад

для моделювання тиску газу, універсальний проекційний апарат, пробірка з корком, спиртівка, штатив, прилад "Куля Паскаля", гумова плівка.

*Учні повинні засвоїти:* 1. Тиск газу є наслідком руху молекул. 2. Тиск газу залежить від його густини, температури. 3. Тиск, який діє на рідину або газ, передається в усіх напрямках однаково (закон Паскаля). Дія закону Паскаля не залежить від роду рідини чи газу [61].

### *I. Висування навчальної задачі.*

Під ковпаком повітряного насосу знаходиться металева банка, закрита гумовою плівкою.

Відкачаємо з-під ковпака повітря.

Спостерігайте за гумовою плівкою.

Демонструємо дослід: прогинання плівки.

Стаavimo задачу: Пояснити причину прогинання плівки, яка закриває банку з повітрям, при відкачуванні повітря з-під ковпака повітряного насосу.

### *II. Висування гіпотези.*

У коробці є металеві пластинки, які можуть повертатися навколо осей, на яких знаходяться нижні кінці пластинок.

У нижній частині коробки, під пластинками, знаходяться металеві кульки (прилад виготовлений на базі приладу "Модель броунівського руху").

Спостерігайте за положенням пластинок.

Демонструємо дослід: підняття вільних кінців пластинок під дією кульок, які хаотично рухаються.

Стаavimo перед учнями питання:

– Як змінюється положення пластинок?

– Що стало причиною піднімання вільних кінців пластинок?

– Як можна було б підняти ці кінці пластинок при відсутності кульок?

Робимо висновок, що вільні кінці пластинок піднімаються вгору і утримуються в цьому положенні внаслідок того, що кульки, рухаючись хаотично, стикаються з пластинками. Отже, кульки чинять тиск на пластинки.

У досліді з повітряним насосом спостерігалось прогинання плівки.

Прогнути плівку можна різними способами, але обов'язково створюючи на неї тиск, наприклад, пальцем руки.

Ставимо питання:

- Як рухаються молекули газу, зокрема повітря в банці?
- Які можна висловити припущення щодо причини прогинання гумової плівки, яка закриває банку з повітрям?

За результатами обговорення припускаємо, що молекули повітря, які містяться у банці, перебуваючи у безперервному хаотичному русі, стикаються з гумовою плівкою, тобто повітря чинить тиск на плівку. Під тиском повітря плівка прогинається.

Таким чином, можна припустити, що тиск повітря на плівку зумовлений хаотичним рухом його молекул.

### *III. Підтвердження гіпотези.*

Правильність зробленого припущення треба довести за допомогою дослідів.

1. До повітряного насоса приєднуємо гумову кульку. У кульку будемо накачувати повітря.

Необхідно спостерігати за розмірами кульки.

Демонструється дослід: збільшення розмірів гумової кульки, яка набуває кулястої форми.

Пояснюємо результат цього дослідів, виходячи із зробленого припущення про механізм тиску повітря. Кулька збільшується у розмірі при накачуванні в неї повітря. Це вказує на те, що збільшення розмірів кульки зумовлено дією на її внутрішні стінки повітря, яке накачується насосом.

Повітряна кулька набуває кулястої форми. Це вказує на те, що повітря діє на всі частини внутрішньої поверхні плівки однаково.

Однаковість тиску повітря на всі частини внутрішньої поверхні кульки можна пояснити тим, що на всі рівні частини плівки одночасно діє однакове число молекул газу. А це може спостерігатися при наявності величезної кількості молекул, які обов'язково рухаються хаотично.

2. У скляній трубці, один кінець якої закритий гумовою плівкою, між

поршнем і плівкою є повітря.

Поршень можна переміщувати, змінюючи об'єм газу в трубці. При цьому маса повітря не змінюється.

Ставимо питання:

– Як змінюватиметься густина цього газу при збільшенні або зменшенні його об'єму?

– Якщо виходити з припущення про те, що тиск газу є наслідком хаотичного руху його молекул, то як залежатиме цей тиск від густини газу? Чому?

Дійсно, чим більша густина газу, тим більше його молекул одночасно ударяються об стінки посудини, в якій знаходиться газ.

– Як це можна перевірити, користуючись наявним приладом?

Демонструємо дослід: прогинання плівки при збільшенні і зменшенні об'єму повітря у трубці.

Робимо висновок, що тиск газу залежить від його густини.

Повертаємося до попереднього досліді, в якому накачували повітря у гумову кульку.

При накачуванні повітря його маса в кульці збільшується набагато більше, ніж її розмір. Тому густина повітря, отже і тиск всередині кульки більший, ніж зовні. Тому розміри кульки в цьому досліді збільшуються.

3. Передбачимо ще одне явище, виходячи із зробленого припущення про те, що тиск газу є наслідком хаотичного руху його молекул.

Ставимо питання:

– Як залежить швидкість руху молекул від температури газу?

– Як вплине на тиск газу збільшення його температури? Чому?

Дійсно, чим вища температура газу, тим більше число ударів молекул об стінки посудини, тим більший тиск газу.

– У пробірці є повітря. Пробірка закрита корком. Що повинно відбутися при нагріванні пробірки з повітрям? Чому?

Демонструємо дослід: виліт корку з пробірки під тиском нагрітого повітря.

4. У всіх попередніх дослідіах досліджувалося від чого залежить тиск газу і

наслідком чого він є.

Знайдемо відповідь на питання: Як передаватиме газ або рідина зовнішній тиск?

Для цього виконаємо досліди. Прилад складається зі скляної трубки, всередині якої є будь-який газ або рідина. До одного кінця трубки прикріплено кулю з отворами з різних боків. У скляній трубці міститься поршень, який чинитиме тиск на рідину або газ.

При натисканні поршнем на газ або рідину, їх струмені будуть виходити з отворів у кулі. Якщо зовнішній тиск, тобто тиск поршня, передаватиметься газом або рідиною в усіх напрямках однаково, то з усіх отворів будуть виходити однакові струмені.

Демонструємо дослід з "Кулею Паскаля".

Робимо висновок: тиск, який діє на рідину або газ, передається в усіх напрямках однаково (закон Паскаля).

*IV. Систематизація вивченого. Складання конспекту.*

Підведемо підсумки. Виділимо головне.

На мультимедійній дошці поступово з'являється конспект, який коментує вчитель.

Послідовність появи зображень та опорних слів така:

1) у першому стовпчику з'являється запис, у другому постає зображення схеми досліду з відповідними ключовими словами, у третьому з'являється запис пояснень;

2) якщо натиснути (рукою чи маркером) на статичне зображення схеми досліду, то у новому вікні відкриється динамічне зображення цього досліду, оснащене кнопками для інтерактивного керування («зупинити», «продовжити» та «повторити»);

3) після перегляду та закриття динамічного зображення на екрані унизу даного рядка таблиці з'явиться короткий запис отриманого висновку; цей запис перетвориться на повний під час натискання та утримування на ньому руки.

Після утворення першого фрагменту вчитель організує повторення змісту



вивченого та систематизацію знань учнів, коментуючи кожен наступний фрагмент, що відповідає певній істотній ознаці компонента, що вивчається.

На весь екран відкриваємо зображення майбутнього мультимедійного конспекту «Тиск газу».

Повторюємо: для підтвердження гіпотези про те, що тиск повітря на плівку зумовлений хаотичним рухом його молекул нами були проведені такі досліди. Активізуємо появу першого рядка натисненням на його номер «1.», зображений на початку. Після цього у першій колонці з'являється запис, який містить інформацію про прилади і матеріали, необхідні для досліду, у другій – зображення схеми досліду з відповідними ключовими словами, в останній – ключові слова до пояснення (рис. 2.41). Натискаємо на зображення, воно змінює забарвлення і у новому вікні відкривається інтерактивна модель проведеного раніше досліду.

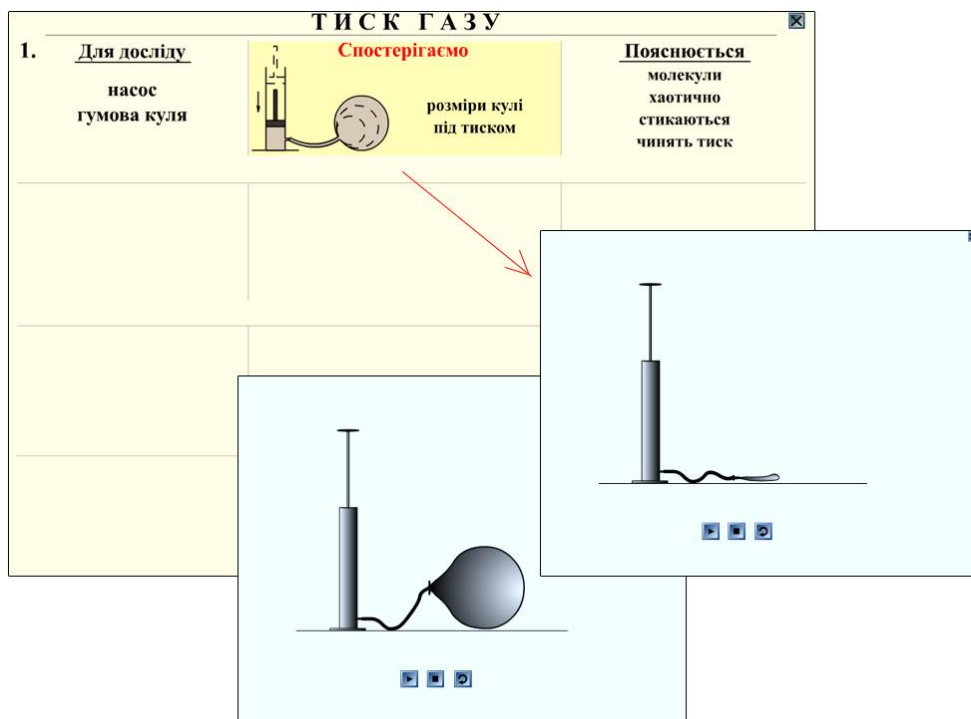


Рис. 2.41. Кадри інтерактивного конспекту

Повторюємо висновки. У робочих зошитах замальовуємо схему дослідної установки, записуємо ключові слова до експерименту. Проговорюємо висновок записуємо лише ключові слова: «Отже, ... є наслідком...» (рис. 2.42).

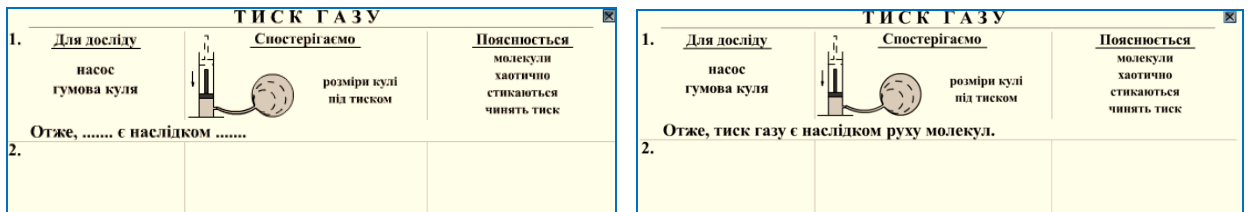


Рис. 2.42. Фрагменти кадрів інтерактивного конспекту

Аналогічно активізуємо другий рядок (рис 2.43). Пригадуємо, що далі ми спостерігали прогинання плівки при збільшенні і зменшенні об'єму повітря у трубці (відкриваємо інтерактивне зображення дослідів).

При переміщенні поршня у трубці змінюється об'єм газу у ній, при цьому маса повітря не змінюється. Робимо висновок, що тиск газу залежить від його густини. Записуємо ключові слова у робочі зошити.

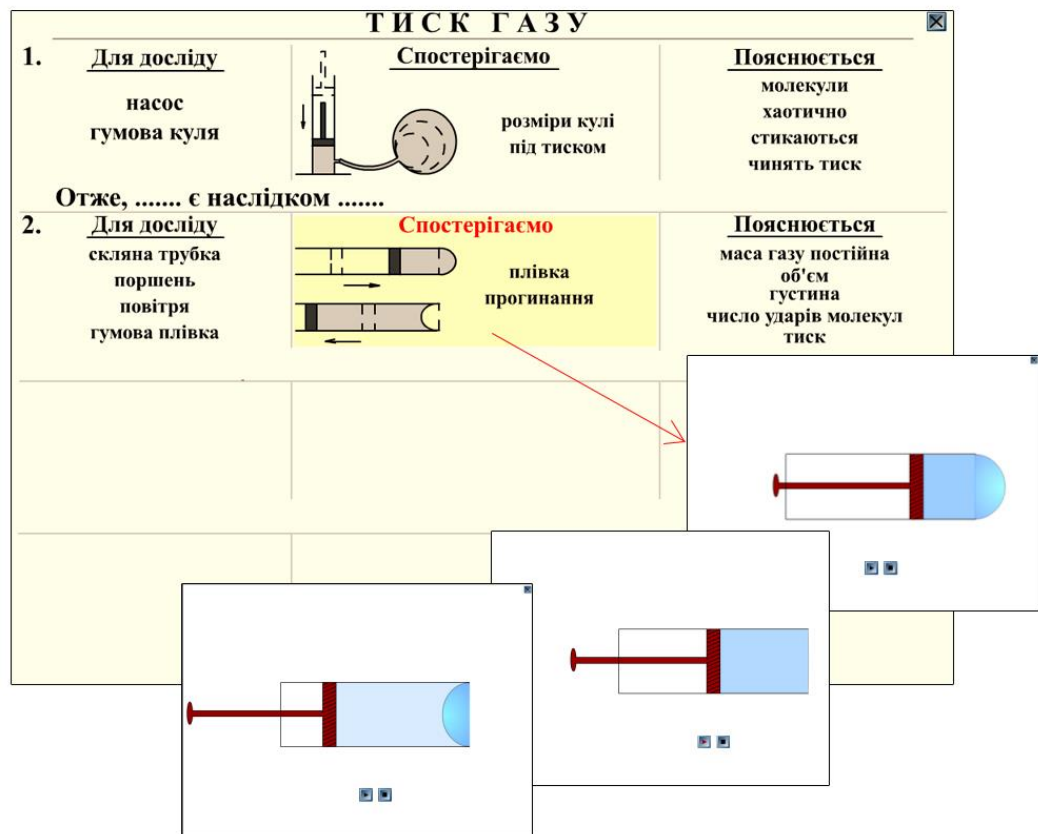
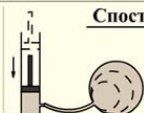
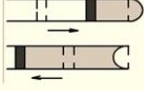



Рис. 2.43. Кадри інтерактивного конспекту

Відкриваємо наступний рядок (рис. 2.44). Пригадуємо: чим вища температура газу, тим більше число ударів молекул об стінки посудини, тим більший тиск газу. Про це свідчить виліт корку з пробірки під тиском нагрітого повітря. Демонструємо комп'ютерну модель. Записуємо ключові слова.

ТИСК ГАЗУ		
<p>1. <u>Для досліду</u> насос гумова куля</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  розміри кулі під тиском</p>	<p><u>Пояснюється</u> молекули хаотично стикаються чинять тиск</p>
Отже, ..... є наслідком .....		
<p>2. <u>Для досліду</u> скляна трубка поршень повітря гумова плівка</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  плівка прогинання</p>	<p><u>Пояснюється</u> маса газу постійна об'єм густина число ударів молекул тиск</p>
Отже, ..... від густини .....		
<p>3. <u>Для досліду</u> пробірка корок повітря спиртівка</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  нагрівають вилітає</p>	<p><u>Пояснюється</u> температура підвищується швидкість число ударів молекул тиск</p>
Отже, ..... від температури .....		

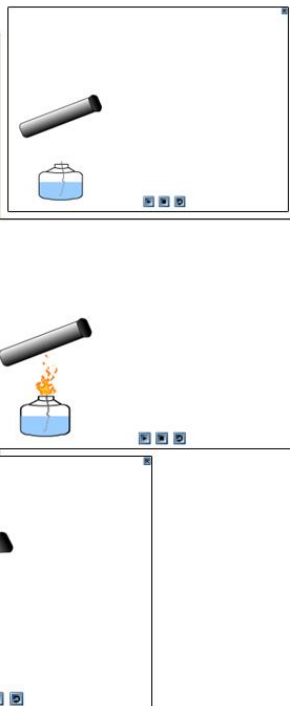
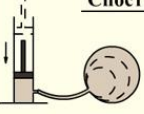
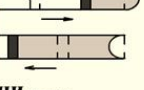




Рис. 2.44. Кадри інтерактивного конспекту

Повторюємо, як передає газ або рідина зовнішній тиск (рис. 2.45).

Демонструємо цифрову модель показаного раніше досліду. Ще раз підкреслюємо, що струмені, які виходять з усіх отворів, однакові, отже, зовнішній тиск, тобто тиск поршня, передається газом або рідиною в усіх напрямках однаково. У цьому полягає закон Паскаля.

ТИСК ГАЗУ		
<p>1. <u>Для досліду</u> насос гумова куля</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  розміри кулі під тиском</p>	<p><u>Пояснюється</u> молекули хаотично стикаються чинять тиск</p>
Отже, ..... є наслідком .....		
<p>2. <u>Для досліду</u> скляна трубка поршень повітря гумова плівка</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  плівка прогинання</p>	<p><u>Пояснюється</u> маса газу постійна об'єм густина число ударів молекул тиск</p>
Отже, ..... від густини .....		
<p>3. <u>Для досліду</u> пробірка корок повітря спиртівка</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  нагрівають вилітає</p>	<p><u>Пояснюється</u> температура підвищується швидкість число ударів молекул тиск</p>
Отже, ..... від температури .....		
<p>4. <u>Для досліду</u> куля з отворами скляна трубка будь-який газ або рідина поршень</p>	<p><u>Спостерігаємо</u>  зовнішній тиск струмені однаково</p>	

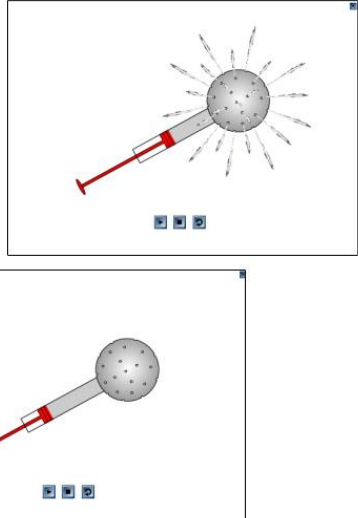


Рис. 2.45. Кадри інтерактивного конспекту

Робимо відповідні записи й зарисовування у робочих зошитах.

Вдома, користуючись підручником, школярі мають скласти повний конспект у загальному зошиті.

Дидактичні функції мультимедійних конспектів можна значно розширити, створивши вільний доступ до них для школярів, наприклад через мережу Internet. За таких умов вони допомагатимуть пригадати навчальний матеріал, що був вивчений на минулих уроках та у попередніх класах. Натуралізований таким чином дидактичний матеріал може бути використаний учителями, які не мають приладів, для демонстрації дослідів з інтерактивного конспекту.

Нами сформульовано основними вимоги до мультимедійних конспектів:

- 1) відповідність формулювань тверджень про істотні ознаки компонентів змісту шкільного курсу фізики до тих, що прийняті у фізиці-науці з урахуванням методичних вимог;
- 2) правильність схематичного зображення установок, штрихування матеріалів, речовин, позначень фізичних величин;
- 3) врахування норм психології сприйняття щодо колірнього оформлення екранних зображень та правил композиції.

Аналогічним чином можна організувати узагальнення й систематизацію знань учнів за курсом механіки по закінченні її вивчення на другому концентрі, виділяючи структурні елементи фізичної теорії та підкреслюючи їх ієрархію. З цією метою можна використовувати узагальнюючі інтерактивні таблиці.

Створення мультимедійних конспектів та узагальнюючих таблиць може здійснюватися у середовищах PowerPoint, Adobe Macromedia Flash, HTML тощо.

Після зведення у систему істотних ознак, що розкривають зміст компонента, відбувається демонстрація вчителем зразка діяльності щодо застосування вивченого до конкретної ситуації – розв'язування навчальної задачі.

Останній етап циклу процесу навчання – «Робота з результатом». Головна мета цього етапу – застосування змісту вивченого поняття до різноманітних ситуацій, що спрямовано на формування в учнів понять про ідеальні об'єкти, раціональних способів діяльності, включення нових понять у загальну систему

знань з фізики, яке реалізується у формі розв'язування фізичних задач. У процесі такої діяльності учні набувають умінь перебудовувати відому інформацію, доповнювати пізнавальну задачу, виділяти у ній різні прояви і зв'язки, що забезпечує цілісність процесу навчання механіки.

## **2.6. Використання мультимедійних засобів під час розв'язування практичних задач з механіки**

Сучасна організація навчального процесу з фізики передбачає, що навчальна діяльність учнів пов'язана з послідовним розв'язком систем задач, які мають різні головні дидактичні завдання.

За такої організації навчального процесу задачі використовуються для:

- мотивації навчальної діяльності учнів перед вивченням одиниці змісту шкільного курсу фізики, зокрема для створення проблемних ситуацій (навчальні задачі);
- як підґрунтя для введення істотних ознак того, що вивчається (пізнавальні задачі);
- для закріплення вивченого матеріалу, включення його в загальну систему знань, формування вмінь застосовувати теоретичний матеріал до практичних ситуацій (практичні задачі).

Спільним для перших двох видів задач є їх використання для виявлення нового для учнів змісту фізичних об'єктів, який відноситься до навчального матеріалу зі шкільного курсу фізики та формування у школярів відповідних способів навчальної діяльності.

Назва "практична задача" підкреслює, що її розв'язування спрямоване на застосування учнями теоретичного матеріалу до конкретної ситуації.

Загально визнана значущість розв'язування практичних (фізичних) задач під час вивчення фізики у загальноосвітніх навчальних закладах. Методика розв'язування цього виду задач достатньо повно відображена у працях вітчизняних методистів-фізиків, зокрема О.І. Бугайова [16], С.У. Гончаренка [30],

Є.В. Коршака [50], А.І. Павленка [114].

Питання, які пов'язані з використанням комп'ютера під час розв'язування учнями задач з фізики, поступово розробляються, про що свідчать відповідні науково-методичні праці. До таких розв'язань проблеми можна віднести: вибір комп'ютером задач різного рівня складності (А.А. Давиденко [34]); розв'язування експериментальних і графічних задач (К. Пахотін [125], Т.М. Попова [132], [133]); перевірка розв'язку задач за умов диференційованого навчання (А. Примаков [135]); створення електронного посібника з розв'язування задач різних типів (М.В. Каленик [59]). Використання засобів мультимедіа під час розв'язування фізичних задач у ролі калькулятора чи довідника (як це описано у деяких публікаціях), на нашу думку, просто не доцільно.

Процес розв'язування фізичних задач зазвичай передбачає три етапи діяльності учнів:

1) *аналіз фізичної ситуації*, що описується, у задачі (побудова фізичної моделі задачі): аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого; конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм (рисунок, схеми, графіки тощо); скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

2) *пошук зв'язків і співвідношень* між відомими й невідомими величинами (побудова математичної моделі): вибудовується математична модель фізичної задачі, робиться запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі; враховуються конкретні умови фізичної ситуації, описаної в задачі, здійснюється пошук додаткових параметрів; загальні рівняння приводяться до конкретних умов, відтворених в умові задачі, у формі рівняння записується співвідношення між невідомим і відомими величинами.

3) *реалізація розв'язку та аналіз* одержаних результатів: аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого; аналіз одержаного результату щодо його вірогідності й реальності, запис відповіді; узагальнення способів діяльності, які властиві даному типу фізичних задач, пошук інших шляхів розв'язання [136]. Більш конкретними є алгоритмічні приписи щодо

розв'язання певних типів задач.

Важливим етапом розв'язування фізичної задачі є саме аналіз, розуміння та мислене моделювання ситуації задачі – саме він створює передумови для усвідомленого використання на практиці теоретичних знань. З цією метою традиційно викреслюють рисунок до задачі.

Однак результати констатуючого етапу дослідження показують, що часто учням, враховуючи психофізіологічні особливості їх розумового розвитку, складно уявити ситуацію, про яку йдеться в задачі. У такому випадку школяр, починаючи розв'язувати задачу, намагається підібрати формулу, у яку входила б шукана величина та якомога більше відомих величин. Розв'язування задачі за такого підходу зводиться здебільшого до механічного «перетасовування» підхожих формул без розуміння ситуації, яка у ній розглядається. Як наслідок – процес розв'язування задачі не реалізує у повній мірі свої дидактичні функції.

Традиційні рисунки й схеми мають обмежені можливості щодо відображення динаміки процесу, у той час, як задачі з механіки мають на меті опис руху тіла.

Використання можливостей засобів мультимедіа надає можливість відобразити у динаміці ситуацію, що розглядається у задачі, сприяючи усвідомленню її фізичного змісту – визначенню фізичних об'єктів, їх станів та процесів, що відбуваються, мети її розв'язування. Але «передбачається не комп'ютерне забезпечення розв'язування задачі в цілому, а застосування комп'ютера на окремому етапі розв'язування задачі» [125].

Найдоцільнішим, на нашу думку, є використання засобів мультимедіа для моделювання ситуації, яку учням складно уявити та змодельовати у реальності [117].

За допомогою засобів комп'ютерного моделювання можна створювати візуальні образи досліджуваних об'єктів, задавати фізичні характеристики цих об'єктів та стежити за їх змінами із плином часу. Повне бачення фізичної картини, про яку йдеться у задачі сприяє розумінню її фізичного смислу та спрощує розв'язування.

### *Мультиплікаційне зображення ситуації задачі.*

Система дій вчителя та учнів під час мультиплікаційної постановки задачі може бути такою:

1. На поверхні мультимедійної дошки учням демонструється фрагмент, який відображає певну ситуацію. За необхідності використовуються інструменти мультимедійних засобів щодо коментування екранних зображень.
2. Зі змісту демонстрації виокремлюється проблемна ситуація.
3. Формулюється умова й вимога задачі.
4. Реалізується розв'язування задачі, аналізується відповідь.

При цьому аналіз динамічних зображень замість статичних текстів якісно змінює сприйняття змісту проблеми у бік більшої інформаційної насиченості.

Наприклад, одним із проблемних питань методики навчання фізики є розв'язування задач на відносність руху. На цю проблему вказувала й Е.Є. Евенчик. Вона розглядала задачу на знаходження кута між падаючими дощовими краплями та склом рухомого вагону. Школярі, розв'язуючи цю задачу, внаслідок причин психологічного характеру у більшості випадків пов'язують нерухому систему відліку із Землею. Таким чином, розв'язування ускладнюється через нераціональний вибір нерухомої системи відліку. Аналіз спеціальної літератури, практичний досвід викладання та дані констатувального експерименту засвідчують, що під час розв'язування фізичних задач в учнів виникають труднощі з розумінням та описом руху тіла, яке перебуває в рухомій системі відліку відносно нерухомої. Пов'язано це з багатьма причинами, серед них недостатня розвиненість у школярів просторового мислення та абстрактної уяви.

У такому випадку ситуацію задачі доцільно відобразити в інтерактивній моделі.

*Вчитель читає умову задачі.* Пропливаючи пункт А, катер наздогнав човен, який зносило течією у напрямі руху катера. Через час  $t_1$  катер повернув назад і зустрів човен на відстані  $S$  від пункту А. Яка швидкість течії, якщо двигун катера працював зі сталою потужністю?

Розглядаємо рухи тіл, відтворені у комп'ютерній інтерактивній моделі.



1. Спочатку нерухому систему відліку пов'язуємо з берегом. Демонструємо перший фрагмент (рис. 2.46 а,б,в).

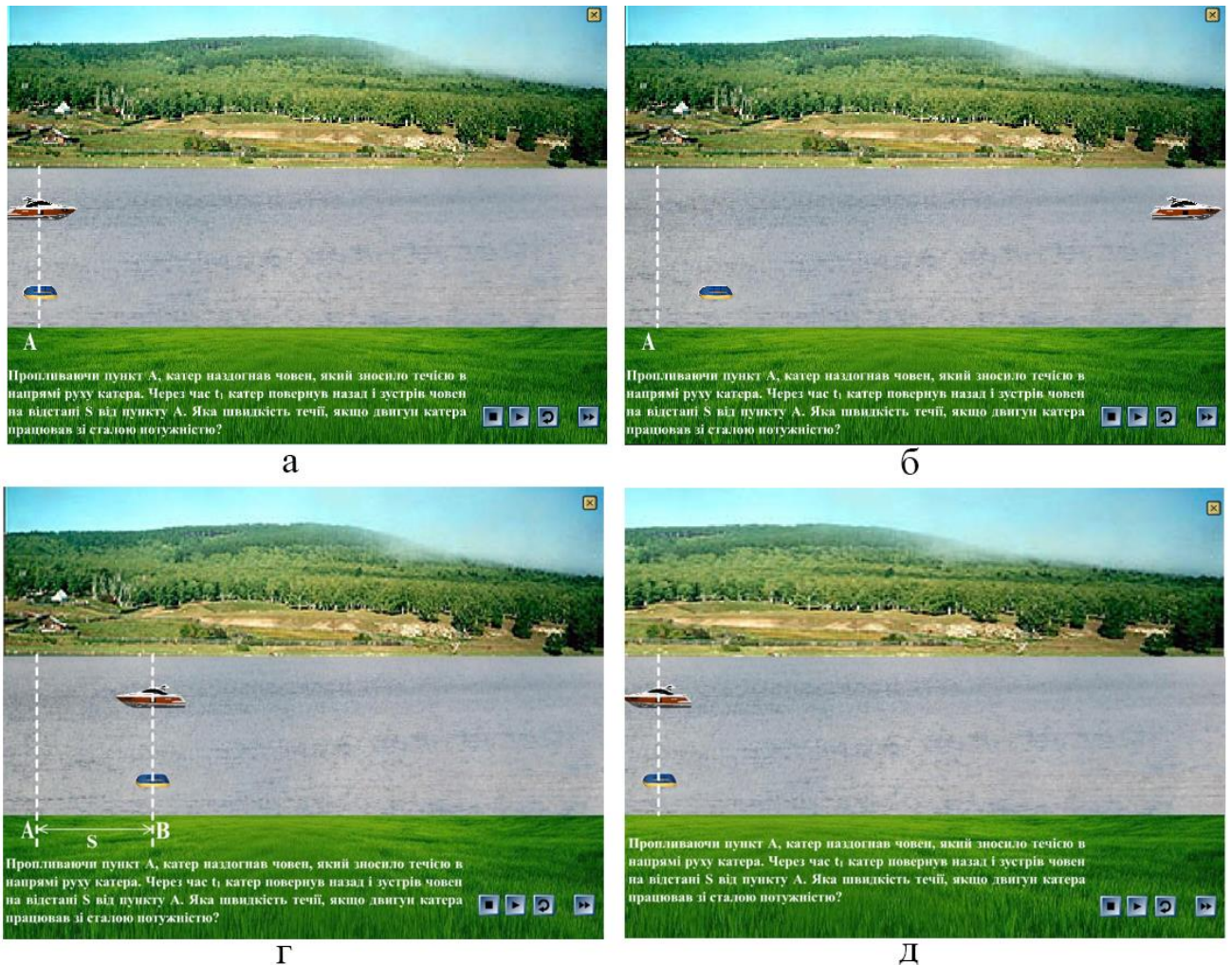


Рис. 2.46. Кадри інтерактивної моделі до задачі

Робимо висновок: за інтервал часу між двома зустрічами човна і катера, човен змістився на відстань  $S$ .

2. Тепер нерухому систему відліку пов'яжемо з човном. Демонструємо другий фрагмент (рис. 2.46 г). Міркуємо наступним чином: значення швидкості катера відносно води, отже і човна стає, адже потужність двигунів катера не змінюється. Катер проходить від човна до розвороту і у протилежному напрямі однакові відстані. Отже, час руху катера відносно човна дорівнює  $2t$ . Такий самий час човен зміщувався відносно Землі. Приходимо до висновку, що швидкість човна, отже і швидкість течії, дорівнює  $v = \frac{S}{2t}$ . Розв'язуємо задачу.

### *Мультимедійне формулювання умови задачі.*

Ознайомлення учня з умовою фізичної задачі передбачає утворення у його свідомості образу ситуації, що пред'являється. Ілюстрації до текстової або графічної задач сприяють створенню таких образів та надають змогу зрозуміти фізичну сутність задачі: що відомо, що треба з'ясувати, визначити напрям пошуку невідомого. Навіть у тих випадках, в яких назва процесу і певних числових значень величин безпосередньо визначає яку формулу треба використати для пошуку невідомого, усвідомлення розв'язування фізичної задачі супроводжується опорою на образ цього процесу.

Таким чином, шлях створення у свідомості учнів образу ситуації, що розглядається у задачі, а, отже і зміст їх розумової діяльності, залежить від форми пред'явлення умови цієї задачі.

Можлива така *форма пред'явлення умови задачі*:

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструється комп'ютерна модель, що відображає фізичний процес.
2. Проводяться певні маніпуляції із зображеннями фізичних об'єктів
3. Формулюється вимога.
4. За даними віртуальної демонстрації (показами віртуальних вимірювальних приладів, значеннями величин в інформаційних вікнах комп'ютерної моделі тощо) визначають відомі величини.
5. Розв'язується задача.

Послідовність деяких етапів у залежності від дидактичних цілей та інформаційних об'єктів, що використовуються, може змінюватися.

Наприклад. На інтерактивній дошці демонструємо модель дослідної установки (рис. 2.47). Набірний циліндр із чотирьох фрагментів з'єднаний з динамометром. Шкала динамометра проградуєвана у Ньютоних. Зміщуючи динамометр разом із тягарцями вертикально, можна регулювати глибину його занурення у посудину з водою.

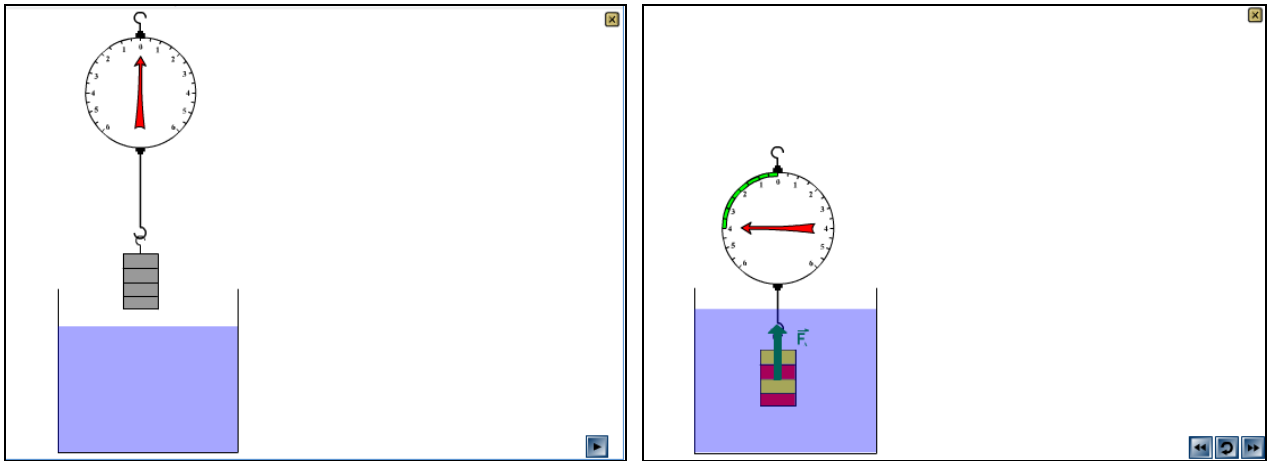


Рис. 2.47. Кадри інтерактивної моделі до задачі

У початковий момент вимірювання стрілка приладу знаходиться на нульовій позначці. Демонструється поступове відхилення стрілки динамометра на певний кут, вказуючи на дію на тягарець виштовхувальної сили.

Враховуючи пізнавальні можливості учнів конкретного класу, з метою допомоги їм в аналізі ситуацій, що спостерігаються на екрані (дошці), демонстрації можуть супроводжуватися заповненням такої таблиці:

Глибина занурення	1/4	1/2	3/4	1
Значення виштовхувальної сили	1	2	3	4

У результаті аналізу фактично приходять до одного із формулювань умови задачі – у вигляді тексту або графіка. Цей результат може бути отриманий у процесі колективної, групової чи індивідуальної роботи. Вибір одного із варіантів формулювання умови задачі на основі аналізу демонстрацій залежить від цілей організації навчальної діяльності учнів у загальному плані вивчення одиниці навчального змісту шкільного курсу фізики.

Таким чином, аналіз ситуації, що демонструється, спрямований на формування в учнів здатності якомога повнішого виявлення суттєвих ознак об'єкта, що розглядається, під час переходу від спостережуваного образу до його вербального або графічного опису. Це сприяє формуванню в учнів інформаційної готовності до сприйняття нових знань та цілісності навчальних дій.

## **2.7. Формування понять про компоненти змісту механіки з використанням мультимедійних продуктів**

У попередніх параграфах були проаналізовані випадки, у яких розглядалися окремі структури повного циклу навчального процесу. Це дозволило з'ясувати особливості цих етапів. На окремих уроках, що входять у цикл навчального процесу, може реалізуватися як один з цих елементів, так і їх системи. При цьому уроки зберігають свою варіативність. Розглянемо методику вивчення механіки на кожному концентрі в умовах повного циклу.

Враховуючи теоретичні узагальнення, описані у п. 1.2 та працях автора [116], [117], [118], [119], [121], [124] підґрунтям створення методики навчання механіки з використанням засобів мультимедіа є:

- 1) виявлення компонентів змісту механіки у шкільному курсі фізики у відповідності до його концентричної побудови;
- 2) опис кожного компоненту за допомогою системи його істотних ознак;
- 3) виявлення зв'язків між компонентами та встановлення послідовності введення окремих істотних ознак і їх систем;
- 4) визначення необхідності застосування мультимедійних засобів під час вивчення конкретних істотних ознак компонентів, розробка відповідних мультимедійних продуктів;
- 5) опис логіки вивчення кожного компонента на основі структури циклу навчального процесу відповідно до його інтегративної моделі;
- 6) конструювання структури уроків відповідно до вказаної структури циклів.

Запропонована методика навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних освітніх засобів та відповідно із вимогами щодо організації навчального процесу на засадах компетентнісного і діяльнісного підходів спрямована на забезпечення достатнього рівня оновлення методичних підходів до її вивчення, організацію процесу навчання механіки на рівні сучасних вимог до предметних компетенцій учнів, реалізацію дидактичного потенціалу мультимедійних засобів навчання.

## 2.7.1. Вивчення механіки у курсі фізики основної школи

### Механічний рух

1. Звертаючись до уявлень, отриманих із повсякденних спостережень та власного досвіду школярів про механічний рух та спокій, встановлюємо: щоб враховувати рухи окремих тіл або керувати ними, необхідно знати, як рухаються тіла, як можна змінити рух окремих тіл, за яких умов можна вважати тіла рухомими й нерухомими тощо. Отже, першим із основних питань має стати класифікація рухів за формою траєкторії та за характером зміни їх швидкості, а також уточнення поняття швидкості руху тіла.

Перед учнями ставимо навчальну задачу: *Дати відповіді на такі запитання: Що розуміють під рухом тіл? Що спільного в рухах різних тіл і чим ці рухи відрізняються?*

Розв'язуємо пізнавальні задачі.

#### 1.1. Що розуміють під рухом тіла?

На підставі спостережень за рухом бульбашки повітря у скляній трубці з водою, закритій з обох боків корками, та візка, на який поміщено брусок, формулюється визначення механічного руху і твердження про його відносність.

Далі з'ясовують, як поділяються механічні рухи. Вводяться поняття траєкторії руху, шляху, пройденого тілом.

Вводимо поняття «механічний рух».

#### 1.2. Як поділяються механічні рухи? Вводимо поняття траєкторії руху тіла.

Необхідно довести до розуміння учнями, що під час руху тіла послідовно проходить окремі його положення відносно інших тіл. Сукупність точок, в яких побувало тіло під час руху, утворює лінію. Цю лінію називають траєкторією руху. Траєкторія – неперервна лінія, тобто під час свого руху, тіло обов'язково перебуває у всіх без виключення точках, які утворюють цю лінію.

Для ілюстрації неперервності траєкторії механічного руху використовуємо демонстрацією, у якій відображено рух точки на площині з плавним переходом до просторового зображення її траєкторії (рис. 2.48).

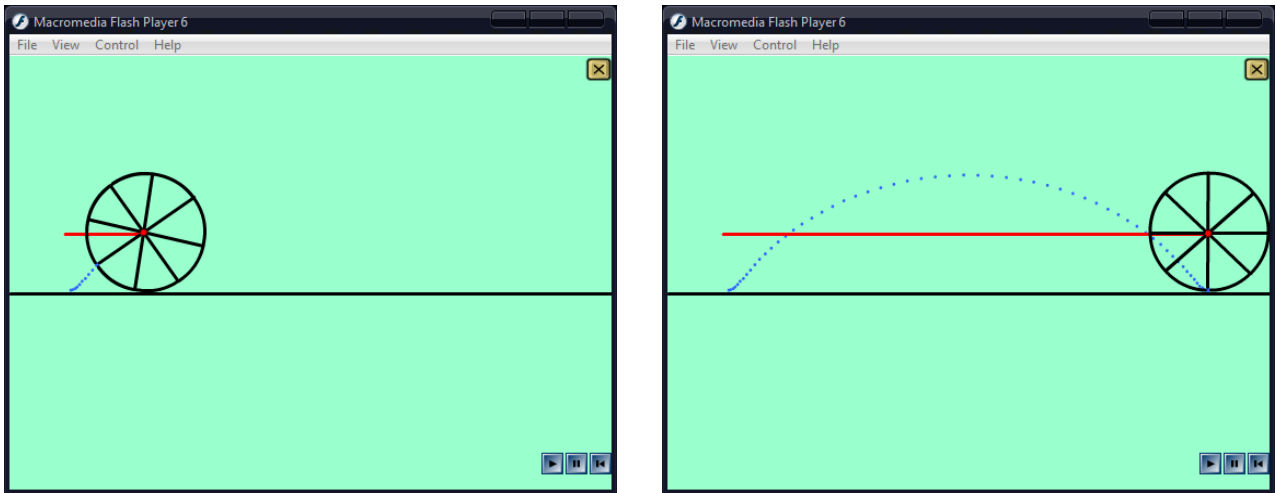


Рис. 2.48. Кадри анімації: траєкторії руху точок.

Робимо висновок: у залежності від форми траєкторії руху поділяються на криволінійні та прямолінійні.

*1.2. Яка спільна властивість механічних рухів, якою, водночас, вони відрізняються одні від одних?*

Вводимо поняття шляху, пройденого тілом.

На географічній карті показуємо відмінність між шляхом і відстанню.

При визначенні довжин, наприклад річок, віддалі між містами на географічних картах тощо користуються різними засобами вимірювання шляху, наприклад, кувіметром. При наявності таких засобів у фізичному кабінеті їх варто продемонструвати. У разі відсутності – варто скористуватись комп'ютерними демонстраційними моделями на сенсорному екрані. За наявності підключення до мережі Internet є можливість зобразити шлях та відстань між двома будь-якими населеними пунктами онлайн, скориставшись зображеннями карт на сайті служби "Карты Google" (<http://maps.google.com.ua>). Ресурс автоматично «прокладає» шлях між населеними пунктами, заданими користувачем. Відстань зображуємо, проводячи пряму електронним маркером безпосередньо на поверхні мультимедійної дошки.

2. Виходячи з того, що пройдений тілом шлях дорівнює довжині траєкторії руху тіла, його можна знайти, вимірявши приладами, призначеними для вимірювання довжини. Ставимо навчальну задачу: *Як знайти шлях, не користуючись приладами для вимірювання довжини?*

Формуємо уявлення учнів про рівномірний рух. Вводимо істотні ознаки швидкості рівномірного руху.

Підкреслюємо, що ознакою рівномірності руху є рівність пройдених шляхів за будь-які рівні інтервали часу. Щоб довести до розуміння учнів цей факт, звертаємося до демонстрації інтерактивної комп'ютерної моделі, що ілюструє рівномірний та рух тіла на певних ділянках шляху, окремі кадри якої представлено на рисунку 2.49.

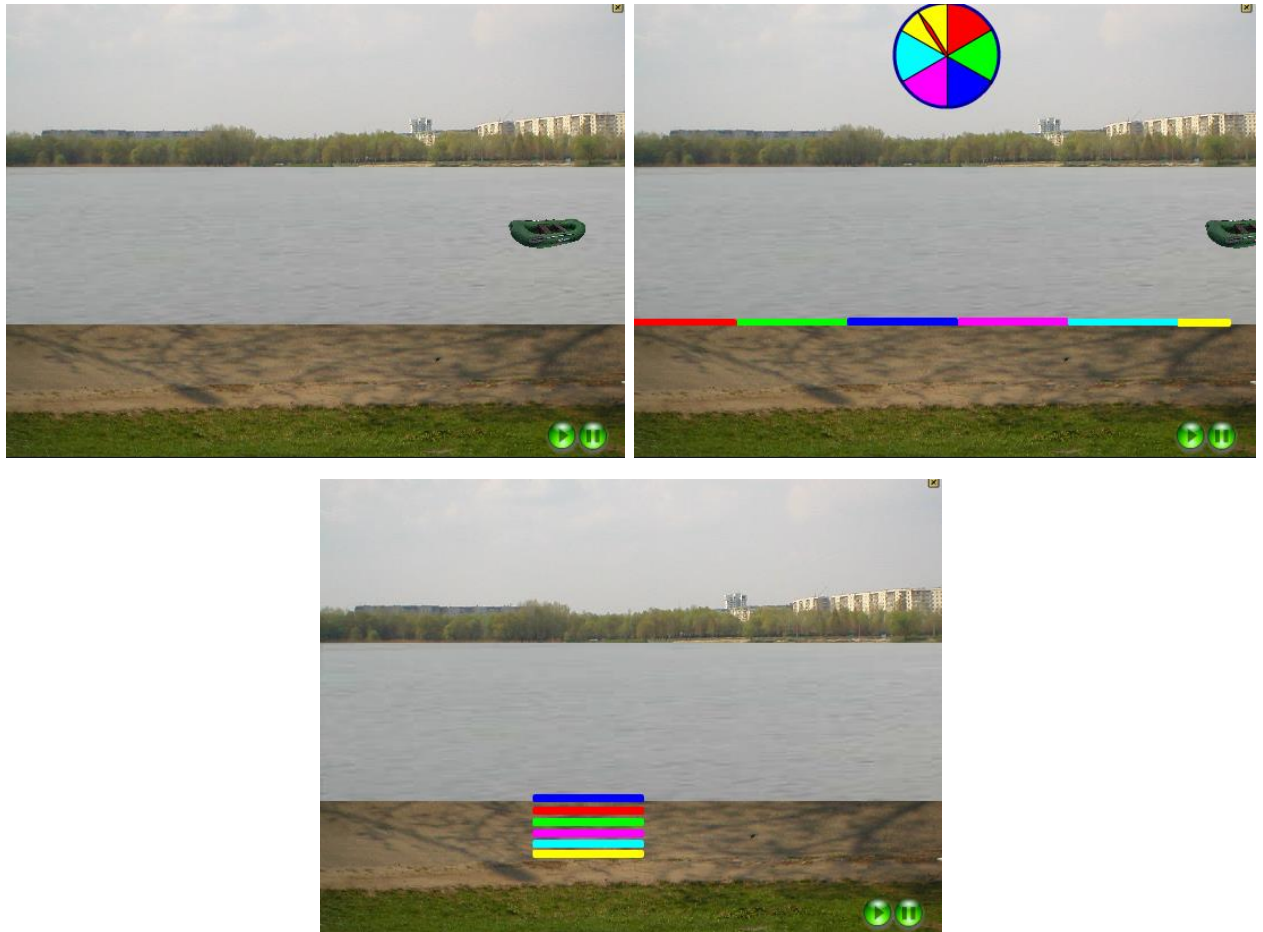


Рис. 2.49. Кадри інтерактивної моделі «Рівномірний рух тіла»

У демонстрації розглядається рух човна за течією річки. Будемо відмічати його положення через рівні інтервали часу. Для відліку часу використовується віртуальний прилад, зображений у верхній частині кадру. Цей прилад подає сигнали через рівні інтервали часу, змінюючи забарвлення. Часові інтервали можна змінювати.

Демонструється рух човна вздовж річки. При цьому у відповідний колір зафарбовується і кожен відрізок шляху, пройдений ним за одиницю часу.

Звертаємо увагу учнів на результат: човен проходить рівні шляхи за рівні інтервали часу.

Повторюємо дослід, змінюючи час між сигналами віртуального приладу.

Робимо висновок: човен знову проходить рівні шляхи за будь які рівні інтервали часу. Такий рух називається рівномірним рухом.

Підкреслюємо, що швидкість рівномірного руху не залежить від того, протягом якого часу рухалося тіло. Будь-який шлях (і 1 м, і 100 м, і 1 см тощо) тіло проходить з однаковою швидкістю. Тому швидкість даного рівномірного руху можна знайти, враховуючи, що тіло за час  $t_1$  проходить шлях  $s_1$ .

Потім увагу учнів звертаємо на наступний факт: будь-який транспорт, рухається не рівномірно – швидкість його на різних ділянках шляху має різні значення, незважаючи на те, що за деякі рівні проміжки часу він може проходити однакові шляхи. Отже, за характером зміни швидкості руху тіл рухи класифікують як рівномірні та нерівномірні. Коли мова йде про швидкість руху транспорту, спортсмена, птахів, то мають на увазі так звану середню швидкість. Ця швидкість має смисл тільки на конкретному шляху, тому що на різних відрізках шляху швидкість має різні значення.

3. Пригадуємо, що механічні рухи за видом траєкторії поділяються на прямолінійні і криволінійні. Виникає питання: *Які особливості опису криволінійного руху?*

Вводимо поняття рівномірного руху точки по колу і його характеристики: період та частоту обертання.

4. З'ясовуємо, що може спостерігатися точна або наближена повторюваність рухів тіл через рівні інтервали часу. Перед учнями ставимо навчальну задачу: *Встановити особливості опису коливального руху.*

Вводимо поняття амплітуди, періоду і частоти коливань.

### **Взаємодія тіл**

5. Перед учнями ставимо задачу. *Як пояснити таке явище: якщо автобус або тролейбус раптом змінює швидкість свого руху, то пасажери відхиляються вперед або назад.*



На прикладах і простих дослідах (зупинка візка внаслідок дії на нього гирі, падіння відпущеної кульки з певної висоти) з'ясуємо, що швидкість руху тіла змінюється (за значенням чи за напрямом) тільки під дією на нього інших тіл. Таким чином, можна припустити, що ні значення, ні напрям швидкості руху тіла не зміняться, коли на тіло не будуть діяти інші тіла. Отже, необхідно перевірити правильність твердження: якщо на тіло не діють інші тіла, то тіло знаходиться в стані спокою, або рухається рівномірно прямолінійно.

Оскільки у природі немає тіл, на які б не діяли інші тіла, досліджуємо зміну швидкості тіла, дія на яке інших тіл поступово зменшується (демонструємо дослід з похилим жолобом біля «підніжжя» якого розміщуємо купку піску, яку поступово зменшуємо, а наостанок – взагалі прибираємо). Демонстрація показує, що при зменшенні дії на кульку іншого тіла (шару піску) вона проходить більший шлях по поверхні стола, а отже, її швидкість змінюється повільніше. Таким чином, робиться наступний висновок: якщо на кульку зовсім не діяли б інші тіла, то її швидкість залишалася б незмінною і вона продовжувала б рухатися рівномірно прямолінійно. Робимо висновок: якщо на кульку зовсім не діяли б інші тіла, то її швидкість залишалася б незмінною і вона продовжувала б рухатися рівномірно прямолінійно.

Вводимо істотні ознаки явища «інерція». Розв'язуємо навчальну задачу обґрунтовуючи те, що відбувається з пасажиром до і після різкої зміни швидкості руху транспорту.

6. На демонстраційному столі стоять два візки, на яких знаходяться однакові, за зовнішнім виглядом, коробки. Коробки закриті кришками. В одну з них насипано пісок. Перед учнями ставимо задачу: *Не торкаючись візків і коробок, з'ясувати, у якій з них міститься пісок.*

У процесі взаємодії візків, тобто за інтервал часу, протягом якого другий візок ще торкається до сталеві лінійки, їх швидкості змінюються – збільшуються й набувають певного значення. Після взаємодії візки продовжують рухатися з набутими ними швидкостями і на невеликих відстанях їх рух можна вважати рівномірним. Якщо візки досягають брусків одночасно, то у них під час взаємодії

швидкості змінилися на одне й те саме значення. Якщо не одночасно, то у процесі взаємодії їх швидкості змінилися по-різному. У того візка, який досягне бруска раніше, швидкість при взаємодії з другим візком зростає більше.

Враховуючи той факт, що на основі демонстрації лише цих дослідів мова про зміну швидкостей візків у школярів асоціюється з їх сповільненим рухом після взаємодії, щоб попередити це помилкове сприйняття демонстраційні досліді доповнюємо демонстрацією інтерактивної комп'ютерної моделі, у якій відтворено взаємодію двох візків з однаковими та неоднаковими масами.

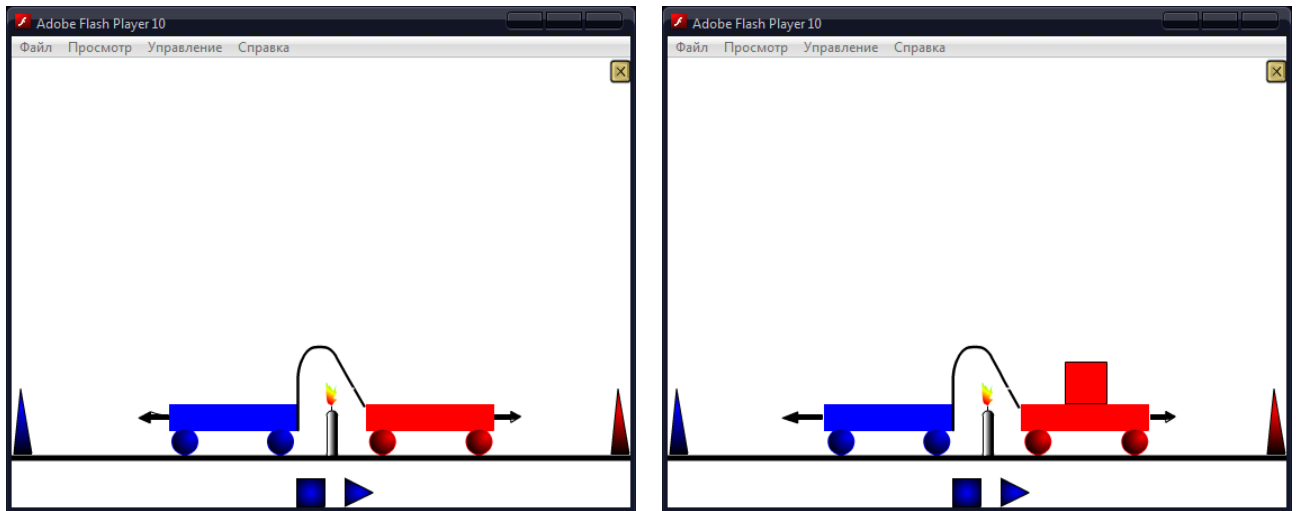


Рис. 2.50. Кадр інтерактивної моделі «Залежність прискорення тіла від його маси».

Швидкість руху кожного візка у моделі зображена у вигляді стрілки, довжина якої пропорційна величині швидкості його руху. Доки візки нерухомі, їх швидкості рівні нулю, тому їх не відображено. У процесі взаємодії візків, коли другий візок ще торкається до сталеві лінійки, вектори їх швидкостей візків змінюються – збільшуються до певної величини, яка залишається сталою після припинення взаємодії до досягнення візками брусків, що і відображено на екрані.

Демонструємо два випадки взаємодії: коли маси візків однакові та коли їх маси відрізняються (на одному з візків зображено тіло).

Робимо висновок: з двох взаємодіючих тіл те з них більш інертне, яке за час взаємодії менше змінює свою швидкість. Вводимо істотні ознаки маси тіла.

7. Аналізуючи дію одного тіла на інше (наприклад, візків із попереднього досліді), ставимо навчальну задачу: *пояснити, що є причиною зміни швидкості*

*руху тіла.*

На дослідах встановлюємо: коли на тіло діє інше тіло, наслідком чого стає зміна швидкості даного тіла або його частин (деформація), то у фізиці говорять, що «на тіло діє сила». Далі на дослідах з'ясовуємо наступне: 1) результат дії сили залежить від точки її прикладання та напрямку дії; 2) якщо на тіло діють дві сили, які мають однакові значення, але напрямлені протилежно, то швидкість тіла не змінюється. У цьому випадку говорять, що сили зрівноважують одна одну. Вводимо істотні ознаки сили.

8. Звернення до життєвого досвіду вказує на те, що будь-яке тіло, підняте над поверхнею Землі, падає на Землю. Аналізуємо стробоскопічні зображення падаючого тіла, скориставшись комп'ютерною анімацією (рис. 2.51). Порівнюючи шляхи, які тіло проходить за однакові інтервали часу, встановлюємо, що ці шляхи збільшуються. Це вказує на те, що швидкість краплі весь час збільшується. Припускаємо, що причиною зміни швидкості може стати сила.

Стаavimo навчальну задачу: *З'ясувати, яка сила діє на тіло у будь-якій точці біля поверхні Землі. Які особливості даної сили?*

Вводимо істотні ознаки сили тяжіння.

9. Демонструємо досліди: 1) тіло підвішене на пружині, спостерігаємо за формою і розмірами пружини; 2) на лінійку, яка лежить на двох брусках, опираючись на них своїми кінцями, покладено гирю, спостерігаємо за формою лінійки. Робимо висновок: на гирю у кожному випадку діє сила, яка дорівнює силі тяжіння, прикладена до тіла і напрямлена у протилежний бік.

Виникає питання: *Як описати і графічно зобразити цю силу?*

Вводимо істотні ознаки сили пружності, поставивши перед школярами пізнавальне завдання: *пояснити природу сили пружності.*

Для розв'язання даного завдання учням пропонуємо спрогнозувати, що буде відбуватися з гумовою кулькою, наповненою водою, під час її падіння на поверхню столу та пояснити причину. Школярі висловлюють припущення, що кулька відскочить від поверхні столу. Але відповідь на запитання: «Чому?» викликає в учнів утруднення.

З'ясовуємо механізм утворення сили пружності, використовуючи комп'ютерну демонстрацію, кадри якої зображено на рис. 2.51.

У демонстрації відтворено падіння кульки, наповненої водою на стіл.

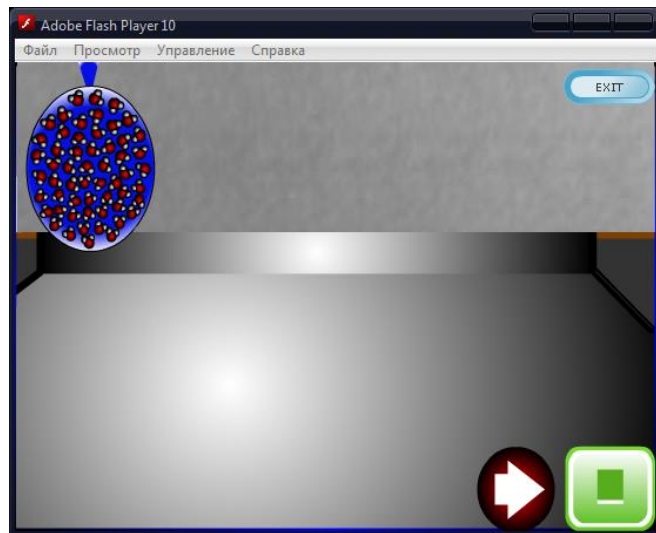


Рис. 2.51. Кадр анімації «Сила пружності»

При досягненні поверхні столу молекули, які знаходяться у нижній частині кульки, зупиняються, проте інші молекули продовжують рухатися з тією самою швидкістю. У результаті відстань між молекулами зменшується, що і відображено у зоні «лупа». Зменшення відстаней між молекулами води стає причиною прояву сил відштовхування або сил притягання між ними. Результуюча цих сил напрямлена проти напрямку деформації тіла та «прагне відновити» початкову форму і розміри тіла. Зростання значення сили пружності при цьому зображується у вигляді зміни довжини вектора, який її позначає.

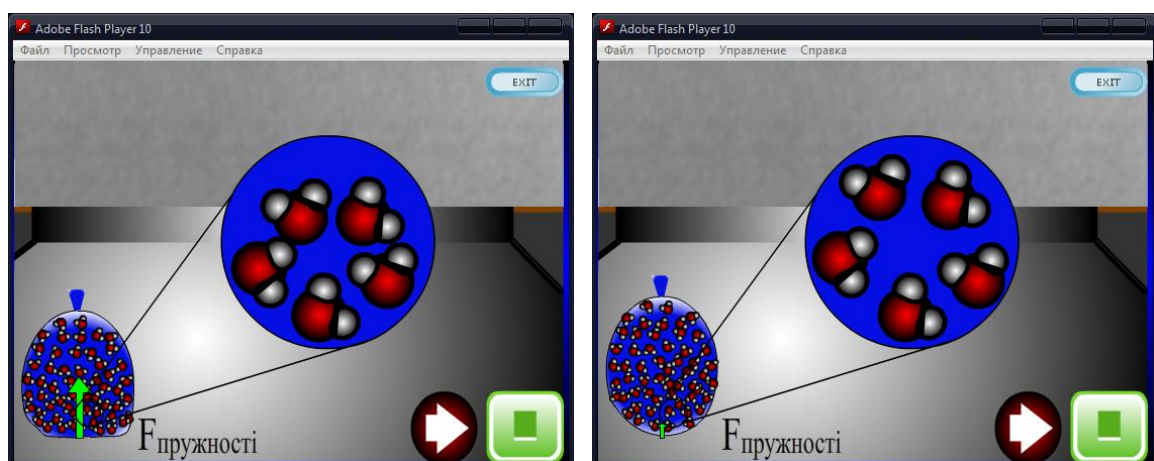


Рис. 2.52. Кадр анімації «Сила пружності»

Після того, як сила пружності досягла максимального значення, деформація починає зменшуватися і кулька відновлює свою початкову форму та відбивається від поверхні столу.

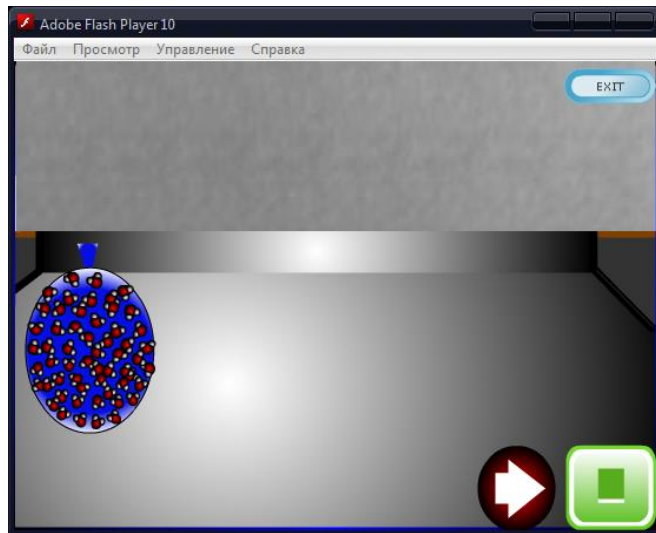


Рис. 2.53. Кадр анімації «Сила пружності»

Приходимо до висновку, що причиною виникнення сили пружності є взаємодія між молекулами. Вводимо істотні ознаки сили пружності.

10. Спостереження за підвішеною до пружини гирею, та лінійкою, кінці якої лежать на брусках, показують, що пружина і лінійка деформовані. Якщо прибрати гирі, то пружина й лінійка під дією сили пружності відновлюють свої початкові форму і розміри. Отже, на окремі частини пружини, зокрема на її нижню частину, і лінійки діють сили пружності. Сила, що діє на пружину або лінійку, зрівноважуючи силу пружності, не може бути силою тяжіння, оскільки вона прикладена не до гирі, а до пружини чи лінійки.

Перед учнями ставимо задачу: *описати силу, яка діє на пружину або лінійку, зрівноважуючи силу пружності.*

На досліді з гумовою кулею, наповненою водою, яку розміщують на горизонтальну опору, а потім піднімають, тримаючи за верхню частину, переконуються, що у ній виникає сила пружності, яка діє на опору або підвіс. Прикладена ця сила до пори або підвісу. Це відбувається внаслідок притягання кулі до Землі. Аналогічне явище відбувається з будь-яким тілом, яке лежить на горизонтальній опорі або знаходиться на підвісі. Неозброєним оком деформації

цих тіл часто непомітні. Отже, будь-яке тіло тисне на опору або розтягує підвіс з двох причин: 1) притягання до Землі; 2) його деформації.

Силу, з якою тіло тисне на опору або розтягує підвіс називають вагою тіла. Вводимо істотні ознаки ваги тіла.

11. Якщо на тіло не діють інші тіла, то це тіло перебуває у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху. Причому цей рух продовжувався б нескінченно довго. Але в реальних умовах жодне рухоме тіло не рухається нескінченно довго. Візок, приведений у рух, проходячи по столу деякий шлях зупиняється. Зупинка візка свідчить про те, що на нього діє сила, що спричиняє зміну швидкості візка. Отже, школярі зустрілися з новою силою, яку необхідно описати. Ставимо навчальну задачу: *Описати силу, яка спричиняє зміну швидкості візка.*

Учнів знайомимо з явищем тертя. Під час пояснення явища тертя використовуємо комп'ютерну модель, що відображає зернисту структуру речовини, з якої виготовлено тіло (рис. 2.54). Зображення дозволяє показати, що поверхня будь-якого тіла, навіть якщо вона виглядає гладкою, має численні нерівності у вигляді виступів і западин. Коли одне тіло ковзає по поверхні іншого, ці нерівності заважають рухові. Подальший рух поверхонь одна по одній приводить до руйнування виступів на кожній з них, при цьому можна помітити, що поверхні обох тіл нагріваються. Спостерігається явище тертя між поверхнями.

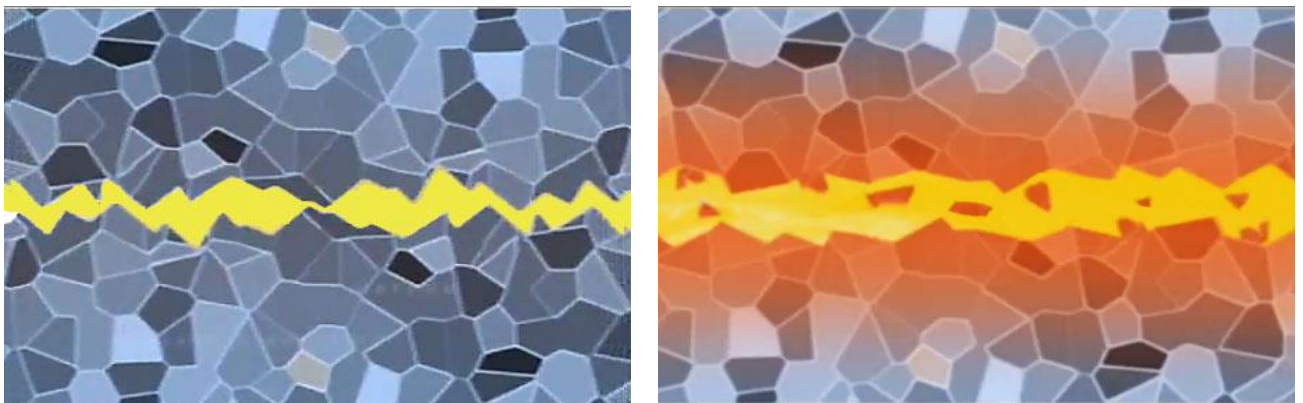


Рис. 2.54. Кадри анімації «Явище тертя»

Пояснюємо: якщо старанно полірувати поверхні тіл, які перебувають у взаємному переміщенні, можна значно зменшити тертя, оскільки розміри

нерівностей стануть значно меншими. Однак, настане момент, коли подальше полірування поверхонь приведе до збільшення сили, яка перешкоджатиме руху одного тіла по поверхні іншого. Причиною цьому є те, що під час полірування поверхонь збільшується кількість їх молекул відстані між якими стають такими, що виникають сили взаємного притягання молекул.

Вводяться істотні ознаки сили тертя, види тертя. Розповідається про збільшення і зменшення тертя.

### **Механічна робота. Механічна енергія**

12. Демонструємо й аналізуємо досліди: рух бруска по столу; візок котиться і зупиняється; кулька падає з деякої висоти; тіло рухається вгору під дією пружини. Спільним в усіх розглянутих явищах є те, що на тіло діє сила і під дією цієї сили тіло проходить деяку відстань.

У фізиці, у випадку коли тіло рухається під дією сили, говорять, що здійснюється механічна робота. Механічні роботи можуть відрізнятися одна від одної, тому можна порівнювати їх кількісно. Отже, роботу потрібно розглядати як фізичну величину.

Стаavimo навчальну задачу. *З'ясувати, у якому випадку буде здійснена більша робота – якщо тіло масою 1 кг піднімають на висоту 2 м, чи якщо тіло масою 10 кг піднімають на висоту 20 см ?*

Вводимо істотні ознаки роботи, потужність.

13. Демонструємо: падіння м'яча, деформацію пружини підвішеної до штативу, коливання математичного маятника. Стаavimo задачу: *У якому випадку виконується механічна робота? У якому випадку механічна робота не виконується?*

На підставі понять про стан спокою, стан руху, та стан деформації тіла встановлюємо, що в усіх наведених прикладах, виконується робота при зміні стану тіла. Зміна стану тіл означає зміну їх енергії і навпаки. Механічну енергію розглядаємо як можливість виконання механічної роботи, тому чисельно вони дорівнюють одна одній:  $E = A$  – механічна енергія дорівнює роботі, яку потрібно виконати, для того щоб змінити стан тіла.

Вводимо поняття механічної енергії.

Розглядаємо зміну потенціальної енергії тіла піднятого над землею на прикладі коливання тіла, підвішеного на нитці. Пояснення доповнюємо динамічною ілюстрацією (рис. 2.55). Спостерігаємо за зміною висоти, яка визначає потенціальну енергію кульки.

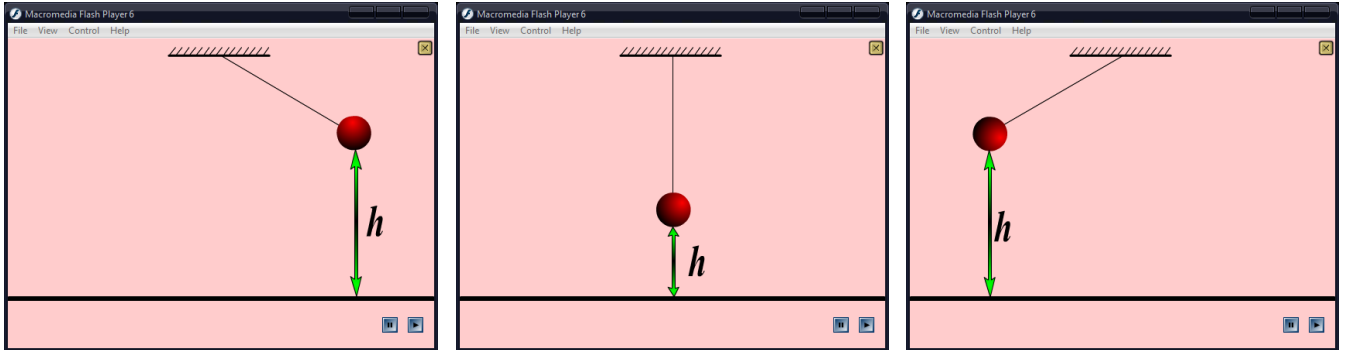


Рис. 2.55. Кадри анімації «Потенціальна енергія тіла, піднятого над поверхнею Землі»

Тіло знаходиться на максимальній висоті. Потенціальна енергія тіла піднятого над землею максимальна. Тіло починає падати. Висота, на якій знаходиться тіло, зменшується (звертаємо увагу на зменшення довжини  $h$ ), тому зменшується потенціальна енергія тіла піднятого над поверхнею землі. У момент проходження тілом положення рівноваги висота підняття мінімальна, тому і енергія тіла піднятого над землею мінімальна. Тіло починає рухатися вгору. Висота збільшується, тому й потенціальна енергія тіла піднятого над землею збільшується і так далі.

Далі підкреслюємо, що для визначення значення потенціальної енергії зручно вибрати такий стан тіла, у якому її початкове значення дорівнює нулю. Такий стан має назву нульового рівня відліку потенціальної енергії (рис. 2.56).

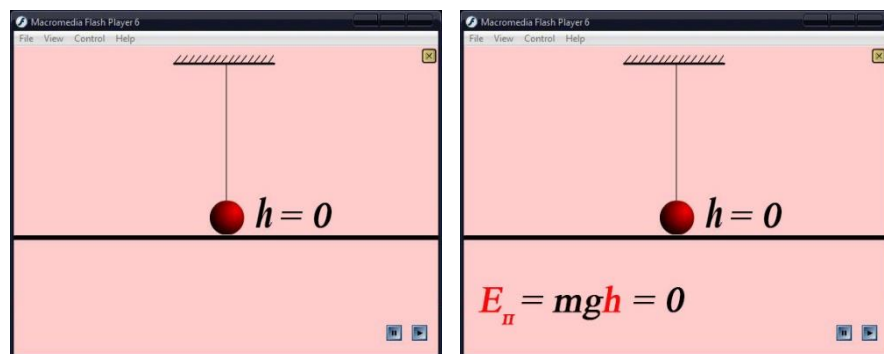


Рис. 2.56. Кадри анімації «Нульовий рівень потенціальної енергії»



На прикладі колювання тіла розглядаємо зміну кінетичної енергії. Спостерігаємо за зміною вектора швидкості, який визначає кінетичну енергію кульки (рис. 2.57).

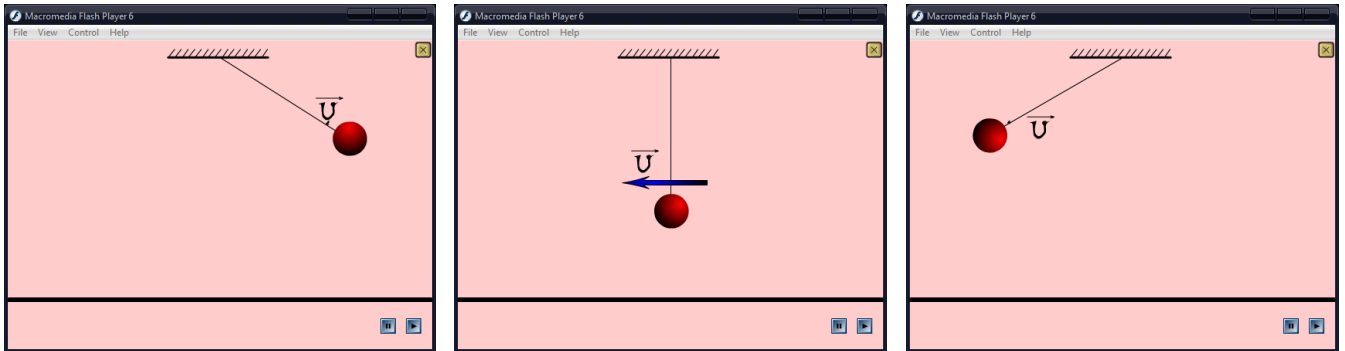


Рис. 2.58. Кадри анімації «Кінетична енергія рухомої кульки»

Спочатку тіло знаходиться у стані спокою, тобто його швидкість дорівнює нулю, тому і кінетична енергія дорівнює нулю. Тіло починає падати під дією сили тяжіння. Його швидкість збільшується (звертаємо увагу на видовження вектора швидкості  $\vec{v}$ ), тому і кінетична енергія тіла збільшується. У найнижчій точці його швидкість максимальна, тому і кінетична енергія тіла максимальна. Тіло починає рухатися вгору проти дії сили тяжіння, тому надалі його швидкість зменшується і кінетична енергія тіла зменшується.

На прикладі розтягнення і стискання пружини розглядаємо зміну потенціальної енергії пружно-деформованого тіла.

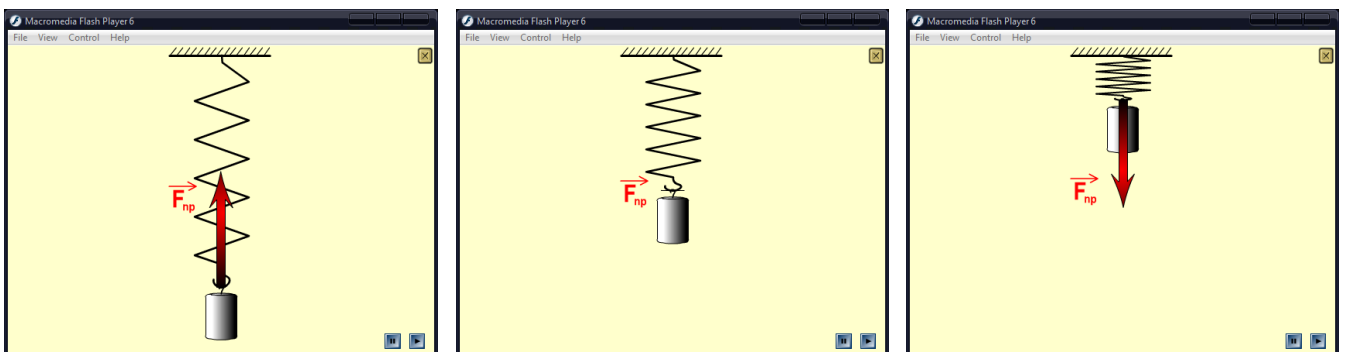


Рис. 2.59. Кадри анімації «Потенціальна енергія пружно-деформованого тіла»

Спочатку пружина максимально розтягнута. Її деформація максимальна, тому і потенціальна енергія пружно-деформованого тіла максимальна. Один кінець пружини відпускають. Деформація пружини зменшується, тому і

потенціальна енергія пружно-деформованого тіла зменшується і навпаки.

На моделі пружинного маятника розглядаємо взаємні перетворення видів механічної енергії.

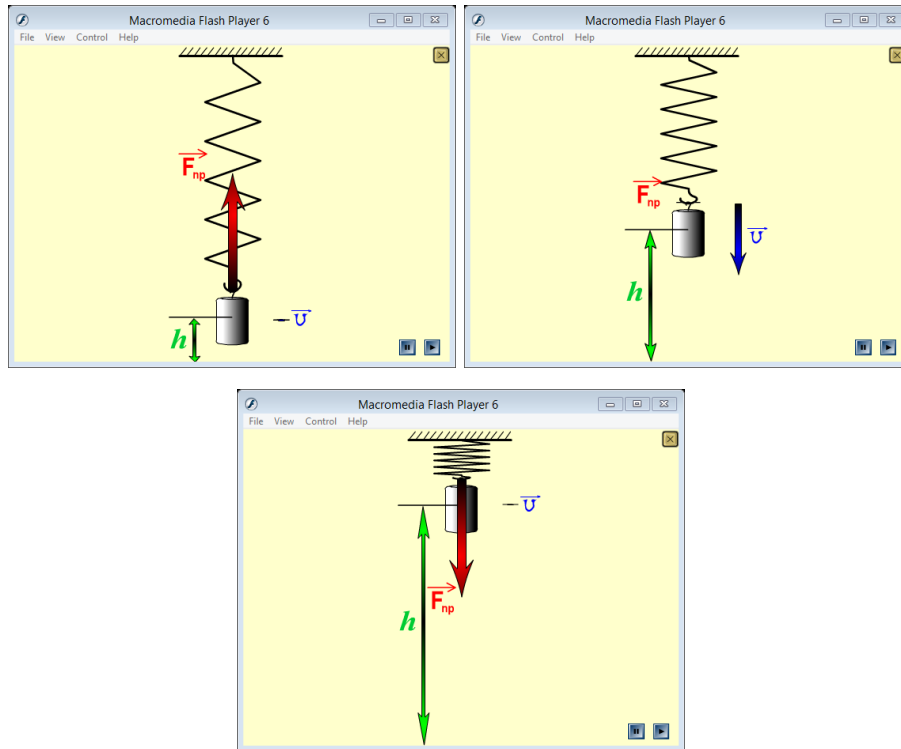


Рис. 2.60. Кадри анімації. Перетворення механічної енергії у коливаннях пружинного маятника.

Вводимо закон збереження й перетворення енергії у механічних процесах.

Отже, запропонована методика вивчення механіки в основній школі із застосуванням мультимедійних засобів, забезпечить більш ґрунтовне засвоєння учнями фізичних понять, формування їх наукового світогляду та усвідомлення учнями сутності сучасної фізичної картини світу.

На цьому етапі навчання механіки застосування мультимедійних технологій забезпечує позитивну мотивацію учнів, їх активне включення учнів у навчальну діяльність, формування в них інформаційної готовності до вивчення механіки, керування пізнавальною активністю, розвиток інтелекту та елементів евристичного мислення.

## 2.7.2. Вивчення механіки у курсі фізики старшої школи

### Кінематика

Пригадуємо, що учні знають з основної класу про механічний рух.

Пояснюємо: 1) що вивчає розділ механіки "Кінематика"; 2) у чому полягає основна задача механіки.

Формулюємо загальну навчальну задачу. Нею є основна задача механіки: *З'ясувати, як знайти положення рухомого тіла в будь-який момент часу?*

1. Будь-яке тіло має розміри. Тому різні точки даного тіла знаходяться в різних місцях. Це створює труднощі у розв'язуванні основної задачі механіки.

Для того, щоб з'ясувати положення тіла, можна поступити так: вказати положення кожної точки тіла. Але виникає питання: на які частини треба розділити тіло, визначаючи положення кожної з них. Отже, при такому підході розв'язок задачі ускладнюється. Найпростіший розв'язок поставленої задачі полягав би у відмові від урахування форми і розміру тіла. Перевіримо можливість такого варіанту розв'язку задачі.

Ставимо задачу: *З'ясувати, чи не можна під час аналізу механічного руху знехтувати формою і розмірами рухомого тіла?*

Аналізуючи конкретні приклади, увагу учнів акцентуємо на двох випадках, коли розмірами і формою тіла під час його механічного руху можна знехтувати: 1) коли розміри тіла набагато менші за відстані, яке це тіло долає; 2) коли тіло рухається поступально.

Вказуємо, що нехтуючи розмірами і формою тіла, речовиною, з якої воно виготовлене, замінюючи реальне тіло його моделлю, необхідно враховувати масу реального тіла.

2. Встановлення того, що у деяких задачах можна нехтувати формою і розмірами рухомого тіла, спрощуючи задачу визначення положення тіла, приводить до наступної задачі: *З'ясувати, що означає вираз "вказати положення тіла"?*

Використовуючи відомі з математики способи опису положення точки,

з'ясовуємо: щоб однозначно визначити місце перебування матеріальної точки відносно тіла відліку, слід увести точні кількісні співвідношення. Для цього з ним пов'язують систему координат. Використовуючи тіло відліку і пов'язану з ним систему координат, визначають положення тіла у просторі. Водночас необхідно знати час, коли тіло перебуває саме в цьому місці простору. А це можна визначити, вибравши спосіб вимірювання часу. Отже, опис руху конкретного тіла, іншими словами, визначення положення матеріальної точки у просторі та часі, можливий лише за наявності *системи відліку*: тіла відліку, пов'язаної з ним системи координат та способу вимірювання часу.

3. Отже, положення матеріальної точки визначають за допомогою координат. Для цього вибирають тіло відліку, зв'язують з ним систему координат і спосіб вимірювання часу. Але, якщо вибрати інше тіло відліку, то координати, що визначають конкретне положення матеріальної точки, матимуть інші числові значення. Тому може виникнути необхідність визначити положення рухомої матеріальної точки відносно іншого її положення у просторі, зокрема відносно початкового положення. Формулюємо задачу: *Як визначити положення рухомої матеріальної точки відносно початкового її положення.*

3.1. Повторюємо поняття "шлях", що було введене у 7 класі і пояснюємо, як визначається положення матеріальної точки за умови відомої траєкторії її руху.

3.2. *Як розв'язати дану задачу, коли траєкторія руху невідома?*

Міркуючи, приходимо до висновку, що необхідно знати довжину відрізка, який з'єднує початкове і кінцеве положення точки, та його напрям у просторі.

Вводимо поняття переміщення  $\vec{s}$ , модуля вектора переміщення  $s$  і його проекції на координатну вісь  $(s_x, s_y)$ .

Вказуємо, що проекція вектора переміщення на координатну вісь визначає напрямок руху точки вздовж даної осі й те, на скільки точка перемістилася вздовж даної вісі. Якщо вектор переміщення напрямлений у бік позитивного напрямку осі, то  $s_x = s$  – додатна величина, якщо у протилежний бік, то  $s_x = -s$  від'ємна величина.

Відзначасмо рівність модуля вектора переміщення шляху у випадку прямолінійного руху в одну сторону.

Таким чином, розв'язок основної задачі механіки для найпростішого прямолінійного руху полягає у виборі за вихідну формулу проекції переміщення  $s_x = x - x_0$ . Якщо початкова координата матеріальної точки  $x_0$  відома, то треба знати спосіб визначення або проекції переміщення  $s_x$ , або координати  $x$  – тобто залежність їх від часу, яка описується формулою – законом або рівнянням руху точки. Таку залежність можна отримати, аналізуючи конкретний вид механічного руху.

4. Перед учнями ставимо навчальну задачу, умова якої зображена на поверхні інтерактивної дошки: *Спочатку автомобіль і велосипедист знаходилися на відстані  $l$  один від одного. Рухаючись прямолінійно на зустріч один одному з швидкостями – автомобіль  $v_1$ , велосипедист  $v_2$ , вони зустрілися. Визначити місце зустрічі автомобіля і велосипедиста.*

Повторюємо відомі з 7 класу поняття: рівномірний рух, швидкість рівномірного руху. Формулюємо ці поняття з використанням поняття "переміщення", враховуючи його зв'язок з "шляхом".

Для запобігання плутанини у поняттях, звертаємо увагу учнів на відмінність між поняттями «переміщення» та «шлях». У механіці переміщення – це фізична величина, що характеризує певний результат руху, який переводить тіло (матеріальну точку) з початкової точки в кінцеву. Переміщення – величина векторна. Шлях, пройдений точкою – це довжина траєкторії, описаної при русі точки за час  $t$ . Шлях – це скалярна величина.

У старшій школі розглядається прямолінійний рівномірний рух, у якому шлях і модуль переміщення збігаються за значенням. Враховуючи цей факт, швидкості рівномірного прямолінійного руху можна дати визначення, аналогічне відомому учням з основної школи, використовуючи замість слова "шлях" слово "переміщення": швидкість рівномірного прямолінійного руху – це фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню переміщення, здійсненого тілом за будь-який інтервал часу, до цього інтервалу часу. Пригадуючи, що результатом

ділення або множення вектора на скаляр є вектор, приходимо до висновку: швидкість – величина векторна.

Знову підкреслюємо, що швидкість рівномірного прямолінійного руху не залежить від часу руху, а відношення переміщення до часу для даного руху має одне й те саме значення.

5. Висуваємо навчальну задачу (умова задачі зображена на екрані): *У початковий момент часу тіло рухалося зі швидкістю 10 м/с, а через 2 с – зі швидкістю 20 м/с. Визначити швидкість руху тіла, його положення і шлях через 5 с після початку спостережень. Врахувати, що тіло рухається прямолінійно, а швидкість його руху змінювалася за будь-які рівні інтервали часу однаково.*

5.1. Звертаємо увагу учнів на той факт, що у даній задачі швидкість руху одного й того самого тіла має різні значення. *Про яку швидкість йде мова у даній задачі?*

Вводимо поняття середньої і миттєвої швидкості.

Пояснення доповнюємо комп'ютерною демонстрацією, яка дозволяє показати, як визначити скінченний малий інтервал часу – фізично малу величину (рис. 2.52).

Розглядаємо відношення переміщення тіла за деякий інтервал часу до цього інтервалу часу, зменшуючи останній. Для цього розглядаємо рівнозмінний рух бруска по похилій площині. У момент часу, коли брусок досягає першої позначки, починає «працювати» прилад відліку часу, який відлічує часові інтервали  $\Delta t$  тривалістю 1 с, 0,5 с, 0,25 с та 0,005 с. Наприкінці кожного з цих інтервалів фіксується положення бруска. Демонстрація дозволяє показати, що для спалахів з інтервалом 0,005 с відрізнити перше положення від другого практично неможливо, отже, подальше їх зменшення втрачає практичний зміст. Тоді середня швидкість за дуже малий інтервал часу і буде швидкістю тіла у даний момент часу або у даній точці.

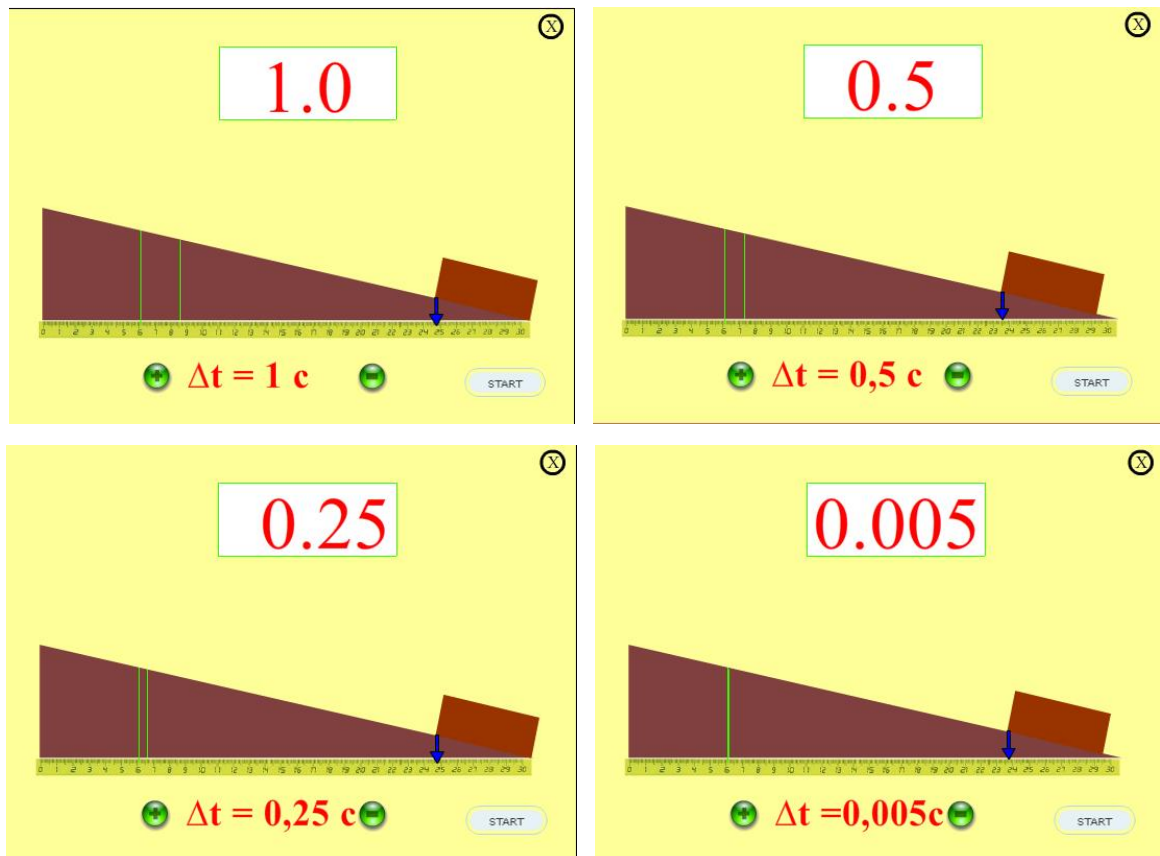


Рис. 2.61. Кадри інтерактивної моделі «Миттєва швидкість руху».

Даємо визначення миттєвої швидкості як величини, що визначається відношенням переміщення за дуже малий інтервал часу до цього інтервалу.

5.2. У даній задачі задані і треба знайти миттєві швидкості у різні моменти часу. *Як знайти миттєву швидкість у будь-який момент часу?*

Вводимо поняття: рівнозмінний рух, прискорення, рівняння зміни миттєвої швидкості.

5.3 *Як знайти положення тіла у будь-який момент часу, яке рухається прямолінійно зі сталим прискоренням?*

Вводимо рівняння рівнозмінного прямолінійного руху.

5.4. Застосуємо одержані рівняння для прямолінійного рівнозмінного руху, в якому всі тіла мають однакові прискорення.

Вводимо поняття про вільне падіння тіл.

6. До цього часу розглядалися задачі, у яких рух тіла аналізувався відносно однієї системи відліку, яка вважалася нерухомою. З'ясувавши, що різні рухи можна зв'язати з різними системи відліку, у тому числі відносно двох систем

відліку, які рухаються одна відносно одної, приходимо до висновку, що швидкості руху тіл у цих системах не однакові. Виходячи з того, що на практиці часто виникає необхідність встановлювати зв'язки між цими швидкостями, виникає питання: *Як описати рух одного й того самого тіла відносно різних систем відліку, які рухаються одна відносно одної?*

Вводимо поняття: відносності механічного руху і класичний закон додавання швидкостей.

Розглядаємо рух човна упоперек річки, ілюструючи розповідь анімацією (рис. 2.62), що відтворює рух човна разом із зображеннями його переміщень відносно берега та відносно течії річки.

У кадрі зображено рух човна впоперек річки відносно двох систем відліку. Перша система відліку пов'язана з берегом річки (зображена білим кольором) – нерухома. Друга – пов'язана з течією річки (зображена чорним кольором) – рухома.

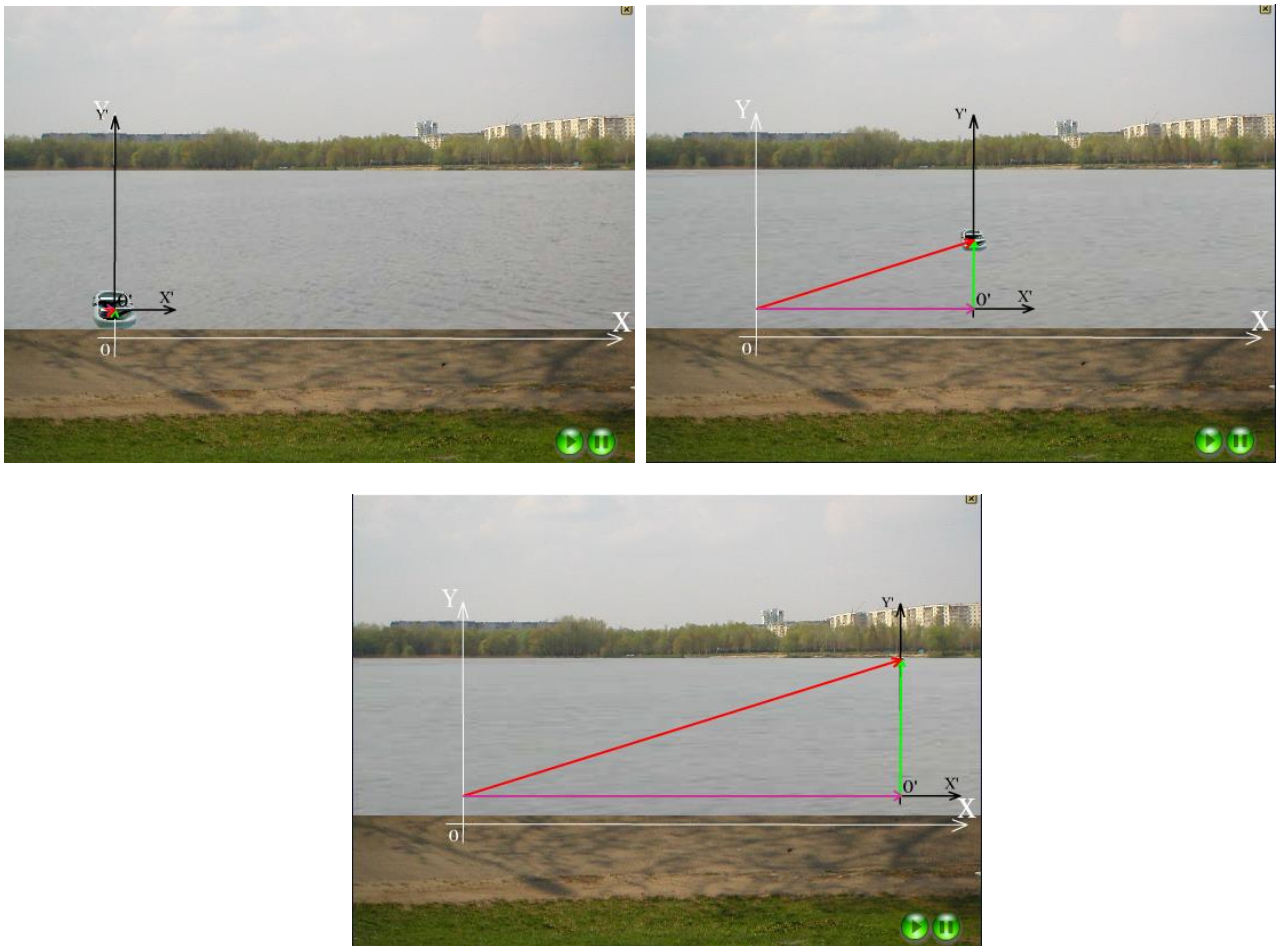


Рис. 2.62. Додавання переміщень і швидкостей



Міркуємо наступним чином. Човен рухається відносно берега і, водночас, відносно річки. Отже, мова йде про рух тіла – човна відносно двох систем відліку, які рухаються одна відносно одної. Одна система відліку пов'язана з берегом, друга – з водою у річці.

Позначимо швидкості руху човна відносно води  $v$  та  $v_1$ , тобто відносно рухомої системи відліку, та швидкість течії  $v_2$ , тобто рухомої системи відліку відносно нерухомої – пов'язаної із Землею (записи виконуються електронним маркером поверх зображення).

Звертаємо увагу учнів на наступне: переміщення тіла відносно рухомої системи відліку відбувається по вертикалі; відносно нерухомої системи відліку – вздовж похилої прямої, яка з'єднує початкове і кінцеве положення човна; переміщення рухомої системи відліку відносно нерухомої відбувається горизонтально.

Отже, необхідно встановити зв'язок між швидкостями тіла відносно рухомої системи відліку і нерухомої, а також швидкість рухомої системи відносно нерухомої.

Як видно: переміщення тіла відносно нерухомої системи відліку дорівнює векторній сумі переміщення тіла відносно рухомої системи відліку і переміщення самої рухомої системи відносно нерухомої  $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$ .

Вважаючи, що всі рухи, які розглядаються, відбуваються за однаковий час  $t$ , то поділивши обидві частини рівності на  $t$ , отримаємо вираз  $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ , що виражає класичний закон додавання швидкостей.

Під час застосування цього закону дуже часто доцільно нерухому систему відліку пов'язувати з рухливим тілом. Тому учні повинні зрозуміти зв'язок між швидкостями руху систем відліку.

Показуємо рух систем відліку одна відносно одної, коли по-черзі одну з них приймають за нерухому. Демонстрація відбувається за допомогою комп'ютера.

Якщо нерухому систему відліку пов'язати з Землею, то система відліку, що пов'язана з собакою, рухається зі швидкістю  $\vec{v}$  відносно Землі.



Рис. 2.63. Кадри анімації.

Якщо нерухому систему відліку пов'язати з собакою, то система відліку, що пов'язана із Землею, рухається з такою самою за значенням швидкістю, але у протилежний бік.

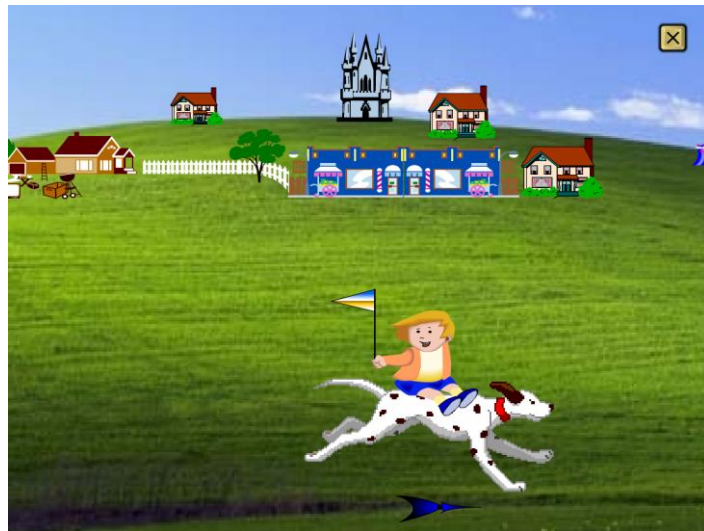


Рис. 2.64. Кадри анімації.

Узагальнюємо істотні ознаки класичного закону додавання швидкостей.

7. Пригадуємо, що механічні рухи за видом траєкторії поділяються на прямолінійні і криволінійні. На прикладі прямолінійних рухів ми з'ясували, як розв'язати основну задачу механіки. Ставимо навчальну задачу:

*Як розв'язати основну задачу механіки для випадку криволінійного руху?*

Вводимо поняття рівномірного руху точки по колу і його характеристики.

Для ілюстрації напрямку миттєвої лінійної швидкості при рівномірному

русі тіла по колу доцільно продемонструвати відеофрагмент ефектного досліду з точильним каменем, що обертається. Спостерігаємо за тим, як від оброблюваного матеріалу відлітають дрібки. Напрямок їх руху показує напрям миттєвої швидкості у момент відриву від диска.

## Динаміка

### Закони Ньютона

Пригадуємо, що для розв'язування основної задачі механіки необхідно знати рівняння руху, тобто залежності переміщення (координат, шляху) від часу. Рівняння руху має різний вигляд у залежності від того, який рух описується. Для

рівнозмінного прямолінійного руху виконуються рівняння:  $S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$  або

$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ . Якщо прискорення дорівнює нулю, то отримуємо рівняння для

рівномірного прямолінійного руху:  $S_x = v_x t$  або  $x = x_0 + v_x t$ .

Отже, щоб визначити положення тіла необхідно знати початкові умови – початкову координату, початкову швидкість і прискорення. Прискорення необхідно знати і для визначення швидкості прямолінійного рівнозмінного руху:  $v_x = v_{0x} + a_x t$ . Виходячи з цього, ставимо загальну навчальну задачу: *З'ясувати, як знайти прискорення без використання кінематичних рівнянь.*

Відповідь на це запитання дають три закони динаміки, які були сформульовані видатним англійським вченим Ісаком Ньютоном.

1. Ставимо навчальну задачу: *з'ясувати за яких умов прискорення тіла дорівнює нулю.* Іншими словами, тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває у стані спокою.

Доводимо, що тіло знаходиться у стані спокою (відносно Землі), якщо дії на нього інших тіл скомпенсовані.

Повідомляємо, що за умови скомпенсованості зовнішніх впливів можна виділити такі системи відліку, відносно яких тіло рухається рівномірно прямолінійно.

Повторюємо поняття інерції, вводимо поняття про інерціальні системи відліку та формулюємо перший закон Ньютона.

2. З першого закону Ньютона слідує, що прискорення тіла може бути викликане лише взаємодією його з іншими тілами. Перед учнями ставимо навчальну задачу: *з'ясувати, який існує зв'язок між прискореннями тіл, що взаємодіють та їх масами.*

Повторюємо поняття маси, доповнюємо і розв'язуємо поставлену задачу.

3. Рівняння, що встановлює зв'язок між масами взаємодіючих тіл і прискореннями, що вони набувають:  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$ , дозволяє тільки порівняти прискорення двох взаємодіючих тіл, а не визначити їх числове значення і напрям. Тому перед школярами ставимо задачу: *З'ясувати, як можна знайти значення й напрям прискорення тіла незалежно від кінематичних рівнянь руху.*

Повторюємо й доповнюємо поняття сили. Підводимо школярів до висновку: якщо відомі сила, що діє на тіло, та маса цього тіла, то можна знайти його прискорення, скориставшись формулою  $\vec{F} = m\vec{a}$ , яка у такому смислі виражає *другий закон Ньютона*. Тобто, знаючи початкові умови – початкові координати й швидкість тіла, визначивши прискорення, можна знайти швидкість та положення даного тіла в будь-який момент часу, а отже, розв'язати основну задачу механіки.

Підкреслюємо, що зв'язок між прискоренням і силою має універсальний характер, не залежить від вибору інерціальної системи відліку та справедливий за будь-якого напрямку діючої сили.

Звертаємо увагу учнів на те, що: 1) закон застосовується до руху матеріальної точки в інерціальній системі відліку; 2) сила  $\vec{F}$  у даних формулах є рівнодієюю всіх сил, що діють на матеріальну точку; 3) з напрямом рівнодіючої сил  $\vec{F}$  збігається напрям вектора прискорення  $\vec{a}$ , тому помилковим є твердження про те, що тіло рухається у той бік, у якому діє сила [58].

4. Другий закон Ньютона дає можливість кількісно описати вплив одного тіла на друге, але цей вплив має характер взаємодії. Тому необхідно розв'язати

наступну задачу: *з'ясувати, який існує взаємозв'язок між силами, що виникають під час взаємодії тіл.*

При вивченні *третього закону Ньютона* підкреслюємо, що дія тіл носить взаємний характер. У третьому законі, на відміну від другого, в однаковій мірі треба розглядати обидва тіла.

Аналізуючи третій закон Ньютона, підкреслюємо, що:

1) він виконується тільки в інерціальних системах відліку, оскільки в неінерціальних системах є сили, що визначаються характером руху системи (сили інерції);

2) сили, про які йде мова у третьому законі динаміки, завжди однієї природи й прикладені до різних тіл, вони не можуть урівноважувати одна одну;

3) рівність сил при взаємодії тіл завжди незалежна від того, чи знаходяться взаємодіючі тіла у спокої чи вони рухаються;

4) коли взаємодіють не два, а відразу кілька тіл, то третій закон динаміки справедливий для будь-якої пари тіл.

Отже, у третьому законі вказана спільна властивість всіх сил: вони виникають і зникають попарно; вони мають однакову природу й матеріальне походження. Цей закон допомагає знайти всі сили, що діють на тіло.

5. Таким чином, перший закон Ньютона дає можливість обирати системи відліку, в яких виконуються другий і третій закони динаміки. Другий закон пов'язує прикладену до тіла силу з прискоренням, яке набуває це тіло. Третій закон дозволяє визначити всі сили, які діють на дане тіло. Усі три закони Ньютона взаємопов'язані та мають сенс лише у своїй сукупності. Задача полягає у наступному: *З'ясувати, як застосувати ці закони для розв'язування основної задачі механіки?*

Розглядаємо питання про застосування рівняння руху до розв'язання основної задачі механіки – знаючи початкові умови і прискорення руху тіла можна розв'язати основну задачу механіки.

6. Закони Ньютона справедливі в інерціальних системах відліку. Виникає питання: *Чи однаково відбуваються різні механічні явища у різних інерціальних*

*системах відліку?*

Вводимо принцип відносності в механіці.

#### Рух тіла під дією кількох сил

Під час вивчення законів Ньютона, було доведено, що одночасне їх використання дозволяє знайти прискорення руху тіла. Знаючи початкові умови і прискорення можна розв'язати основну задачу механіки. Водночас, напрям і значення прискорення можна знайти з другого закону Ньютона, якщо відомі маса і сили, що діють на дане тіло. Тому перед учнями ставимо задачу: *розглянути рух тіл, на які діє деяка одна сила, або кілька сил разом.*

Виходячи з поняття єдиного шкільного курсу фізики, його концентрична побудова дозволяє враховувати той факт, що всі сили природи вивчаються на першому концентрі навчання. У 8 (7) класі вводяться всі істотні ознаки кожного виду сил (крім їх законів у деяких випадках). Отже, зміст понять про види сил на першому концентрі повинен бути так засвоєний учнями, щоб на наступному перед вчителем стояла задача доповнення, поглиблення цих питань, застосування їх для розв'язування основної задачі механіки.

Виходячи з вище викладеного, логіка вивчення наступних питань розділу динаміки побудована на повторенні, доповненні, поглибленні поняття кожного виду сил та аналізі руху тіл під дією даного виду сил.

1. Звертаючись до успіхів космонавтики (людина побувала на Місяці, за допомогою автоматичних пристроїв одержує інформацію про інші планети Сонячної системи, зокрема фотографії поверхні планети Марс, за допомогою штучних супутників Землі досліджують процеси, що відбуваються на Землі і в атмосфері), ставимо задачу: *Вивчити особливості руху штучних супутників Землі.*

Вводимо закон всесвітнього тяжіння, застосовуємо закон для розрахунків певних параметрів планет і руху штучних супутників Землі.

Розкриваючи фізичний зміст гравітаційної сталої  $G$ , розглядаємо фундаментальні дослідження з визначення її значення. Під час викладу матеріалу звертаємося до історичної послідовності подій. Коли І. Ньютон відкрив закон всесвітнього тяжіння, він не знав жодного числового значення мас небесних тіл, у

тому числі й Землі. Невідомо йому було і значення сталої  $G$ . Перші вимірювання гравітаційної сталої були здійснені в середині XVIII ст. Експеримент був запропонований Джоном Мічеллом. Саме він сконструював ключову деталь в експериментальній установці – крутильні терези, однак помер у 1793 так і не поставивши досліду. Після його смерті експериментальна установка перейшла до Генрі Кавендіша. Кавендіш модифікував установку, провів досліди й опублікував їх результати у праці «Experiments to determine the Density of the Earth» (1798 р.).

Для демонстрації використовуємо інтерактивну комп'ютерну модель, описану у п. 2.3, яка відтворює дослід Кавендіша з вимірювання сил гравітаційної взаємодії.

Зазначаємо, що метод, запропонований і використаний у своїх дослідках Г. Кавендішем, пізніше удосконалений, дозволив у минулому столітті отримати числове значення гравітаційної сталої  $G$ .

Звертаємо увагу учнів на те, що у другому законі Ньютона маса виступає коефіцієнтом пропорційності між силою та прискоренням і характеризує інертні властивості тіл, а у законі всесвітнього тяжіння маса фігурує як константа, що визначає силу тяжіння між двома масами та є характеристикою їх гравітаційних властивостей. Спостереження за коливаннями маятника Галілея та експерименти з маятниками, проведені з більшою точністю Ньютоном, показують, що обидві маси дорівнюють одна одній.

2. Під час вивчення кінематики, використовуючи рівняння рівнозмінного руху, ми розв'язували задачі на вільне падіння тіл. Ставимо задачу: *Вивчити рухи тіл кинутих вертикально вгору, горизонтально, під кутом до горизонту.*

Повторюємо поняття сили тяжіння, доповнюємо, застосовуємо до розв'язування задач.

3. Крім сили всесвітнього тяжіння й сили тяжіння на рух тіл можуть впливати деформовані тіла, тобто сили пружності. Тому ставимо задачу: *Вивчити особливості руху тіл під дією сили пружності.*

Повторюємо поняття сили пружності, доповнюємо, застосовуємо для аналізу руху тіл під дією цієї сили.

4. Якщо на опорі або підвісі знаходиться тіло, то на нього одночасно діють сила тяжіння і сила пружності, що є результатом деформації опори або підвісу.

Висуваємо навчальну задачу: *З'ясувати, як діє тіло на опорі або підвісі під час прискореного руху тіла і опори або підвісу по вертикалі.*

Повторюємо поняття ваги тіла, доповнюємо, застосовуючи для руху тіл разом з опорою або підвісом по вертикалі, зокрема для аналізу понять невагомості і перевантаження.

5. Крім сил всесвітнього тяжіння, сили тяжіння, сили пружності на тіла діють сили тертя. Тому ставимо перед учнями задачу: *Вивчити особливості руху тіл при наявності сил тертя.*

Повторюємо поняття сили тертя, аналізуємо поняття сили тертя спокою і застосовуємо його до розв'язування задач. Аналізуємо силу тертя ковзання і застосовуємо для розв'язування задач.

6. У реальних умовах на рухоме тіло одночасно діють декілька сил. Тому ставимо задачу: *Вивчити рух тіл під дією декількох сил.*

Формуємо у школярів уміння розв'язувати задачі на рух не тільки окремих тіл, а й їх систем.

#### Закони збереження

1. На прикладі зіткнення кульок різної маси помічаємо, що внаслідок взаємодії тіл змінюються їх швидкості, отже, змінюється стан руху цих тіл: одне тіло стало рухатися швидше, друге – повільніше.

Ставимо перед учнями задачу: *А чи не можна ввести фізичну величину, яка була б «мірою руху»? Ця величина повинна мати властивість зберігатися.*

Вводимо поняття імпульсу тіла, закон збереження імпульсу замкнутої системи тіл.

2. Перед початком уроку (бажано на великій перерві) на шкільному подвір'ї здійснюємо запуск приладу «Ракета» [96], [97]. Якщо проведення запуску ускладнене, використовуємо демонстрацію відео фрагменту, де зображено старт ракети (рис. 2.65)

Ставимо перед учнями задачу: *Пояснити, яким чином тіло (ракета) може*



*як прискорюватися, так і гальмуватися без будь-якої взаємодії з іншими тілами.*

Вводимо поняття про реактивний рух тіла.



Рис. 2.65. Кадр відеофрагменту «Запуск ракети» [10].

На наступному циклі повторюємо поняття механічної роботи та механічної енергії. Поглиблюємо знання про енергію як характеристику стану системи тіл та роботи як характеристики процесу перетворення енергії і розв'язуємо задачі.

Очевидно, що застосування мультимедійних технологій при вивченні механіки у старшій школі має досить широкі можливості. Зокрема, мультимедійні засоби дозволять більш системно формувати в учнів фізичне знання на основі фізичних теорій і оволодівати методологією природничо-наукового пізнання. Мультимедійні засоби забезпечують також реалізацію процесуальної складової навчання фізики у тих випадках, коли використання реального експерименту є неможливим. Мультимедійні засоби сприяють розумінню змісту інформації і при цьому не спотворюють об'єктивний зміст фізичних об'єктів або явищ, що вивчаються.

Використання мультимедійних технологій дозволяє зробити зміст і структуру навчальної інформації зрозумілою для учнів, здійснити її доцільне включення у навчальний процес з урахуванням рівня підготовленості учнів до сприйняття цієї інформації, а також відповідно до поставлених навчальних цілей послідовно і в розвитку.

## Висновки до розділу 2

1. Обґрунтовано, що використання засобів мультимедіа забезпечує позитивну мотивацію учнів, стимулює пізнавальний процес, забезпечує можливості педагогічного керування пізнавальною діяльністю учнів. При цьому навчальний процес концентрується на розвивальному ефекті, на розв'язанні інтелектуальних завдань, що у повній мірі відповідає вимогам компетентнісного підходу.

2. Розроблено методику навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних освітніх засобів та відповідно із вимогами щодо організації навчального процесу на засадах компетентнісного і діяльнісного підходів. Розроблено теоретичні та методичні основи використання у процесі вивчення компонентів змісту механіки мультимедійних засобів навчального призначення, які забезпечують реалізацію принципів унаочнення і доступності освітнього процесу.

3. Доведено, що вибір в якості одиниць навчального змісту його компонентів, що відповідають структурним елементам наукового фізичного знання, встановлення нових систем істотних ознак для кожного компонента забезпечує цілісність педагогічного процесу і дозволяє ефективно оновити інформаційно-діяльнісне середовище.

4. Розроблено динамічні моделі, що відображають істотні ознаки компонентів змісту механіки курсу фізики загальноосвітньої школи та спрямовані на створення умов для подолання типових помилок, яких виникають при засвоєнні учнями фізичних явищ, законів, принципів.

5. Показано, що запропонована методика вивчення механіки в основній школі із застосуванням мультимедійних засобів, забезпечить більш ґрунтовне засвоєння учнями сутності сучасної фізичної картини світу. На цьому етапі навчання механіки застосування мультимедійних технологій забезпечує позитивну мотивацію учнів, їх активне включення учнів у навчальну діяльність, формування в них інформаційної готовності до вивчення механіки.

### РОЗДІЛ 3

## ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА АНАЛІЗ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ

Мета педагогічного експерименту полягала у визначенні факторів, які сприяють формуванню в учнів загальноосвітніх навчальних закладів предметних компетентностей з фізики на основі використання мультимедійних засобів навчання та експериментальній перевірці ефективності впровадження запропонованої методики навчання механіки для оцінки результативності й педагогічної доцільності її використання у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів.

Залежно від мети, що передбачається педагогічним експериментом, розрізняють три його типи: констатувальний експеримент, за якого вивчаються педагогічні явища; пошуковий, який уточнює мету, завдання експерименту, дає змогу перевірити гіпотезу; формувальний, у процесі якого конструюються нові педагогічні явища [106]. Дослідно-експериментальна робота, що пов'язана з проблемою, яка є предметом даного дисертаційного дослідження здійснювалося поетапно та передбачала поєднання перелічених вище складових педагогічного експерименту.

У ході проведення педагогічного експерименту використовувались загальновідомі методи (теоретичні, емпіричні та статистична обробка експериментальних даних для виявлення вірогідності ефективності запропонованої методики навчання), які мають достатньо повне обґрунтування у психолого-педагогічній літературі [22], [106].

У даному дослідженні вивчалася й аналізувалася методика роботи вчителів фізики загальноосвітніх навчальних закладів України: Сумської спеціалізованої школи I-III ступенів № 9 м. Суми, Краснопільської ЗОШ I-III ступенів Краснопільської районної ради Сумської області, Староіржавецької ЗОШ I-III ступенів Оржицької районної ради Полтавської області, Делятинської ЗОШ I-III ступенів № 3 Надвірнянської районної ради Івано-Франківської області, Новоіванівської середньої загальноосвітньої школи Юр'ївського району

Дніпропетровської області.

В цілому експериментальним дослідженням охоплені 391 учень восьмих та 387 учнів десятих класів, 47 вчителів фізики, 3 викладачі ВНЗ. Даний обсяг вибіркової сукупності забезпечує репрезентативність вибірки.

Перший – констатувальний – етап педагогічного експерименту (2007 – 2009 рр.) мав на меті:

1) аналіз стану вивчення механіки у шкільному курсі фізики в умовах традиційного навчання, виявлення проблем та утруднень у розумінні учнями компонентів змісту цього розділу;

2) дослідження сформованої практики застосування мультимедійних засобів у класно-урочній формі організації навчального процесу з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах;

3) пошук шляхів розв'язання виявлених протиріч.

З метою виявлення стану розуміння школярами компонентів змісту механіки та систем їх істотних ознак нами були опрацьовані письмові роботи учнів з механіки (тематичні контрольні роботи, самостійні роботи, тестові завдання).

Аналізуючи результати виконання учнями контрольних та самостійних робіт, варто відзначити, що більшість школярів засвоюють навчальний матеріал формально та фрагментарно - на рівні фактів, визначень, законів. Учні здебільшого можуть назвати по 2-3 окремі істотні ознаки і не мають цілісних уявлень про компоненти навчального змісту механіки. Це ускладнює, а часом унеможлиблює усвідомлення структури механіки, ієрархії її законів та емпіричних закономірностей.

За результатами аналізу відповідей учнів нами було виявлено такі типові утруднення у розумінні школярами компонентів механіки.

1. Неправильне або неточне *розуміння змісту істотних ознак компонентів механіки* У відповідях зустрічалися неточні формулювання істотних ознак, заміна деяких з них другорядними. Загалом розв'язання таких завдань відображало намагання пригадати зміст параграфу підручника та відтворити його «своїми

словами». Зокрема: 1) близько 74 % школярів, розв'язуючи задачу на знаходження траєкторії руху зайця, який стрибає по снігу, помилково вказували на сліди тварини; 2) правильне означення рівномірного руху із запропонованого переліку означень змогли розпізнати тільки 64 % учнів; 3) 38 % восьмикласників помилково вказували на залежність швидкості руху тіла від часу протягом якого воно рухалося; 4) 54,1% десятикласників мали складнощі під час виконання завдань на відносність механічного руху; 5) значні утруднення у школярів викликали завдання на визначення переміщення тіла у криволінійному русі: на запитання «Під час руху по колу переміщенням тіла є: а) пряма; б) дуга кола; в) еліпс; г) спіраль» правильно не відповів жоден з 28 восьмикласників, яким це завдання було запропоноване; б) численні помилки були виявлені у роботах учнів 8 класів, які містили завдання на класифікацію випадків, у яких спостерігається явище інерції, правильно виконали завдання 69 % опитаних.

2. Невміння учнів *аналізувати графіки* у механіці та нерозуміння їх взаємоперетворюваності з рівняннями, що описують рух (стан) тіла.

Утруднення у школярів викликають вправи, які вимагають за графіками описати характер руху тіл та пояснити фізичний зміст точок перетину графіків між собою та з віссю часу: 1) складними для восьмикласників виявилися задачі, де за графіком залежності довжини гумового джгута від прикладеної до нього сили, вимагалось визначити жорсткість джгута – впоралися 54 %; 2) 61,2 % десятикласників змогли встановити вид руху за зображеною графічною залежністю проекції швидкості руху від часу, тільки 38,3% учнів змогли вірно описати рівнозмінний рух за графічним зображенням швидкості від часу; лише 3,4 % правильно виконали завдання на побудову графічних залежностей кінематичних величин від часу. Під час розв'язування задач графічним методом поширеними є помилки, пов'язані з вибором системи відліку та невмінням правильно будувати відповідні графіки.

3. Великі складнощі для школярів (на обох концентрах) становили завдання, які вимагали *користування векторними величинами*, зокрема знаходження проєкцій векторів на координатні вісі: визначення рівнодійної кількох сил, її

напряму; зображення точок прикладання ваги тіла та сили тяжіння; застосування законів Ньютона для опису руху пов'язаних тіл; закону збереження імпульсу. Дані труднощі пов'язані з тим, що у курсі геометрії докладно розглядаються операції додавання віднімання векторів, множення вектора на число, при цьому абсолютно відсутнє поняття проекції вектора на вісь.

4. Значна доля допущених помилок та неточностей під час виконання завдань була пов'язана зі складнощами в оперуванні необхідним *математичним апаратом*: 1) 47 % восьмикласників взагалі не впоралися з завданням на переведення одиниць фізичних величин у кратні та частинні; 2) ґрунтовне розуміння змісту миттєвої швидкості ускладнювалося неволодінням учнями поняттями границі та похідної. Окрім цього, до даної групи можна віднести й неточності, пов'язані з арифметичними помилками в обчисленнях.

Наступним етапом констатувального експерименту був аналіз стану готовності вчителів до використання мультимедійних засобів під час навчання механіки. У дослідженні взяли участь 47 учителів фізики.

У загальноосвітніх навчальних закладах, що досліджувалися, були обладнані мультимедійними засобами кабінети, які використовувалися у навчальному процесі з фізики.

Більшість респондентів (61%) вказали на епізодичне використання «за потребою» мультимедійних засобів навчального призначення у своїй педагогічній діяльності, про систематичне їх використання зазначили лише 11%. Викликають занепокоєння ті факти, що 6% опитаних учителів-предметників впевнені, що немає потреби у використанні засобів мультимедіа, а ще 9% їх не використовують, мотивуючи це відсутністю досвіду, бажання, заохочення (зокрема матеріального).

Найчастіше, за відповідями респондентів, звернення до мультимедійних засобів на уроках фізики відбувається під час: – вивчення нового матеріалу (відповіли 57% учителів); – закріплення матеріалу (вправи тренувального характеру, лабораторні роботи) (29%); – перевірки знань учнів (25%); – самостійної роботи учнів (23%); – у комплексі (52%);

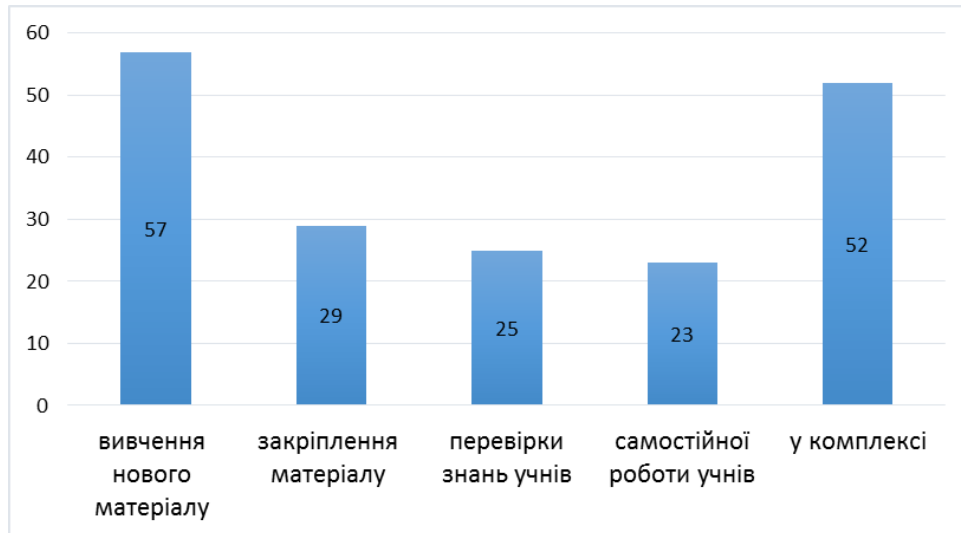


Рис. 3.1. Способи використання мультимедійних засобів вчителями на уроках фізики

Найчастіше для демонстрації на сенсорному екрані учителі-предметники використовують ті електронні засоби навчального призначення, що мають гриф МОН України та ті, що розміщені у мережі Інтернет (52% та 39% відповідно).

Незначна кількість вчителів (20%) розробляють власні мультимедійні продукти (електронні презентації, комп'ютерні моделі), які використовують у своїй діяльності.

Учителі впевнені, що використання засобів мультимедіа під час вивчення фізики сприяє: – підвищенню навчального інтересу учнів до предмета (відповіли 79% респондентів); – зростанню успішності учнів (44%); – формуванню навичок самостійної продуктивної діяльності учнів (56%); – створенню ситуації успіху для кожного учня (40%). Проте, 2% опитаних учителів зауважили, що використання на уроці комп'ютерних демонстрацій відволікає учнів від змісту теми, що вивчається. Стосовно впливу використання засобів мультимедіа на діяльність учителів, відповіді розподілилися наступним чином: дозволяє підвищувати ефективність уроку (відповіли 71% респондентів), заощаджувати час на уроці (55%), збільшити глибину розуміння матеріалу (45%) (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Ефективність використання засобів мультимедіа на уроці

Як показало опитування, під час використання електронних засобів навчального призначення учителі фізики відчувають певні труднощі: – деякі електронні засоби навчального призначення перенасичені непотрібними даними (зауважили 64% респондентів); – мають неякісне оформлення (21%); – складні у використанні (14%); – мають складний інтерфейс (12%).

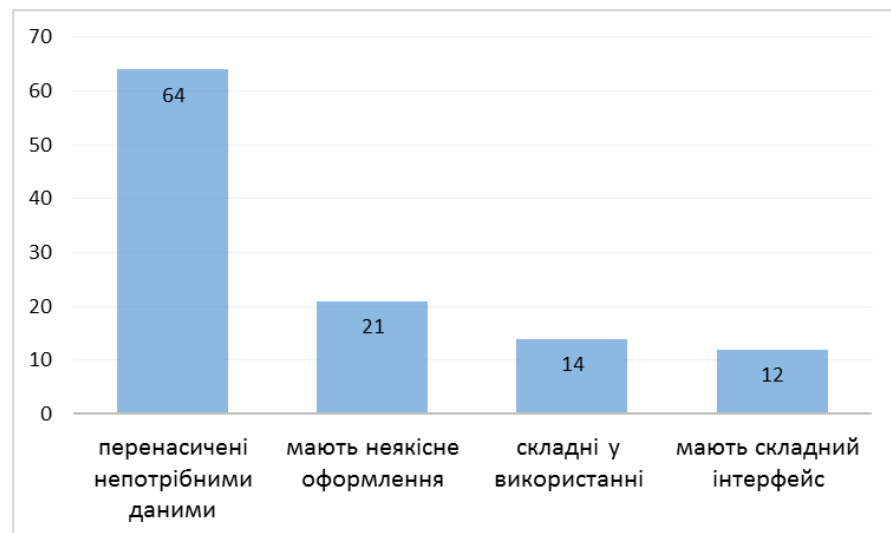


Рис. 3.3. Ефективність використання засобів мультимедіа на уроці

Результати проведеного аналізу відповідей вчителів свідчать про те, що у практичній діяльності педагогів виникло протиріччя між об'єктивною необхідністю застосування мультимедійних засобів навчального призначення у



навчальному процесі з фізики та складнощами у їх використанні у варіантах, запропонованих розробниками. Таким чином, дані констатувального етапу педагогічного експерименту підтвердили необхідність розробки методики навчання механіки в основній та старшій школі, що забезпечить подолання виявлених труднощів у розумінні одиниць навчального змісту даного розділу та пошуку узгодженого підходу до використання мультимедійних засобів у процесі навчання фізики в школі.

*Пошуковий етап* (2009-2011) – етап проектування методики навчання механіки з використанням мультимедійних засобів навчального призначення на основі компетентнісного та діяльнісного підходів до організації освітнього процесу. Він передбачав уточнення методичних засад організації навчальної діяльності учнів на уроках фізики; обґрунтування концептуальних підходів до застосування мультимедійних засобів навчання у структурі циклу навчального процесу з фізики; створення цілісної методики навчання механіки, побудованої на діяльнісній моделі організації навчального процесу.

На даному етапі були виявлені можливі форми застосування мультимедійних засобів у структурі циклу навчального процесу з фізики на основі його інтегративної моделі.

*Таблиця 3.1*

Способи використання мультимедійних засобів у навчальному процесі з фізики

Етапи циклу	Способи використання мультимедійних засобів
1. Висування навчальної задачі (мотивація наступної діяльності)	Створення проблемних ситуацій, пов'язаних із постановкою навчальних задач
2. Прогнозування наступної діяльності (з'ясування того, що треба зробити для розв'язування навчальної задачі)	Фіксація даних
3. З'ясування змісту одиниці навчального матеріалу, що вивчається	1. Постановка та розв'язання пізнавальних завдань. 2. Моделювання навчального фізичного експерименту.

	3. Формування в учнів умінь користуватися графіками на уроках фізики.
4. Систематизація істотних ознак вивченого	1. Фіксація даних для систематизації й узагальнення вивченого навчального матеріалу. 2. Робота з мультимедійним конспектом.
5. Розв'язування навчальної задачі.	Формулювання та розв'язування фізичних задач
6. Робота з результатом	

На цьому етапі дослідження розроблено електронний додаток «Бібліотека мультимедійних навчальних засобів. Механіка (для загальноосвітніх навчальних закладів)» та методичні рекомендації щодо їх використання під час навчання фізики.

На наступному етапі (2010 – 2012 рр.) здійснено *формувальний експеримент*, у ході якого було проведено апробацію розробленого навчально-методичного забезпечення з механіки, здійснено корекцію навчальних і методичних матеріалів відповідно до потреб учасників навчального процесу, перевірено педагогічну доцільність та результативність розробленої методики навчання механіки.

Перед початком педагогічного експерименту було з'ясовано, яку кількість респондентів необхідно охопити експериментом, щоб із надійною ймовірністю  $P = 0,95$  можна було стверджувати, що відповідний рівень значущості його результатів перевищує 5 % ( $\varepsilon = 0,05$ ). Для цього ми скористалися формулою  $n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$  [22, 101], де  $n$  – кількість учнів, рівні навчальних досягнень яких потрібно встановити;  $t$  – аргумент функції  $F(t)$ , значення якої дорівнює наперед заданій ймовірності  $P$ ;  $p$  – ймовірність появи події;  $q = 1-p$  – ймовірність протилежної події;  $\varepsilon$  – похибка отриманих результатів.

Оскільки величини  $p$  і  $q$  невідомі, нами було взято їх значення  $p = q = 0,5$ . Тоді добуток  $(p \cdot q)$  буде максимальним, а значення шуканої величини  $n$  дещо завищеним, але цілком надійним. Оскільки  $P = F(t) = 0,95$ , то за таблицею значень функції  $F(t)$  [22, 204] знайдено  $t = 1,96$ .

Таким чином, отримане нами значення  $n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,05^2} = 385$ .

Отже, щоб із надійною ймовірністю можна було стверджувати, що похибка даних, отриманих під час педагогічного експерименту, не перевищує 5 %, необхідно охопити не менш, ніж 385 учнів.

Виявлення результатів формувального впливу відбувалося серед суб'єктів навчального процесу – учнів восьмих та десятих класів ЗНЗ, які вивчають механіку. З цією метою було визначено експериментальні та контрольні групи. В цілому експериментальним дослідженням охоплено 391 учень восьмих та 387 учнів десятих класів. На першому концентрі вивчення фізики такі групи були обрані на паралелі восьмих класів (непрофільні класи). На другому концентрі нами було обрано класи, які вивчають фізику на академічному рівні.

У ролі критерію результативності запропонованої методики було обрано коефіцієнт *якості знань* школярів з фізики, що характеризується рівнем їх навчальних досягнень та обчислюється за формулою:

$$K = \frac{N_v + N_d}{N} \cdot 100\% ,$$

де  $N_v$  – кількість учнів, які мають високий рівень навчальних досягнень;  $N_d$  – кількість учнів, які мають достатній рівень навчальних досягнень;  $N$  – загальна кількість учнів.

Для визначення рівня навчальних досягнень учнів були використані критерії оцінювання, наведені у навчальній програмі з фізики [172].

В експериментальних групах вивчення механіки відбувалося на основі розробленої методики, що ґрунтується на діяльнісній моделі організації навчального процесу із застосуванням мультимедійних засобів та продуктів. У контрольних групах викладання проводилося традиційно, при цьому епізодичне використання мультимедійних засобів не виключалося.

Структура *контрольного* етапу педагогічного експерименту передбачала:

1. Визначення наявного рівня навчальних досягнень учнів експериментальної і контрольної груп (восьмих та десятих класів) з фізики. Форма проведення – контрольна робота.

2. Організація і проведення навчальних занять в експериментальній групі у

відповідності до запропонованої методики навчання механіки з використанням мультимедійних засобів.

3. Визначення кінцевого рівня навчальних досягнень учнів експериментальних груп по завершенні вивчення механіки на відповідному концентрі та порівняння результатів навчальних досягнень учнів контрольної та експериментальної груп за результатами поточного й заключного контролю знань (тематична контрольна робота).

4. Визначення вірогідності співпадіння чи відмінності отриманих результатів педагогічного експерименту.

Діагностичні заходи, що дозволили провести порівняльний моніторинг ефективності запропонованої методики: – аналіз навчальних досягнень та розрахунок якості знань учнів (семестрове оцінювання); – аналіз результативності виконання планових тематичних контрольних робіт, самостійних робіт, тестових завдань; – опитування вчителів і учнів.

Для порівняння контрольної та експериментальної груп використовувалася порядкова шкала з балами 1-12. Порівняння виконувалося за результатами планових контрольних робіт та семестрового контролю. На початку та по закінченні експерименту.

Таблиця 3.2

Наявний рівень навчальних досягнень учнів експериментальної і контрольної груп (восьмих та десятих класів) з фізики

Клас	Кількість учнів	Результати за критеріями навчання								Якість %	
		початковий 1-3 (б)	%	середній 4-6 (б)	%	достатній 7-9 (б)	%	високий 10-12(б)	%		
8	Е	187	13	7,0	67	35,8	79	42,2	28	15,0	57,2
	К	204	17	8,3	74	36,3	81	39,7	32	15,7	55,4
10	Е	196	14	7,1	76	38,8	83	42,3	23	11,7	54,1
	К	191	13	6,8	75	39,3	81	42,4	22	11,5	53,9

На початку експерименту високий рівень навчальних досягнень учнів

контрольної групи восьми класів перевищував відповідний рівень учнів експериментальної групи на 1 %, а достатній рівень був вищим в експериментальних класах на 2,4 %. У групах десятих класів високий рівень навчальних досягнень учнів контрольної групи перевищував відповідний рівень школярів експериментальних класів на 1 %, тоді як достатній був дещо вищим в експериментальній групі на 0,2 %.

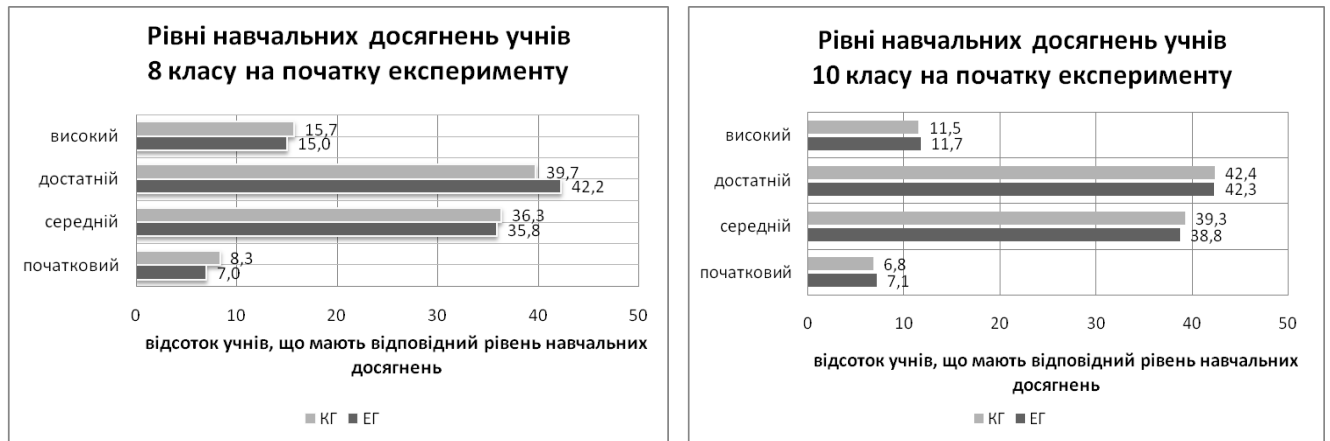


Рис. 3.4. Гістограми зміни показників навчальних досягнень учнів на початку експерименту.

Статистичне обґрунтування гіпотез, висунутих нами відносно статистичної достовірності відмінностей між розподілами студентів контрольних і експериментальних груп до експерименту наведено у додатку В.

Отримані у них значення  $\varphi^* = 0,356$  для вибірок восьмих класів та  $\varphi^* = 0,384$  для десятих класів знаходяться у зоні незначимості. Відповідно, порівняння рівнів навчальних досягнень учнів контрольної та експериментальної груп по завершенні експерименту відобразить результати формуального впливу.

Заключний зріз знань учнів по завершенні експерименту засвідчив зростання високого рівня навчальних досягнень в експериментальній групі 8-го класу на 2,5 % та 10-го класу – на 7,4 %. При цьому достатній рівень в цих групах перевищив відповідний рівень учнів контрольної групи на 12,7 % у восьмих класах та на 8,1 % у десятих.

Таблиця 3.3

Рівень навчальних досягнень учнів експериментальної і контрольної груп з фізики за результатами експериментального навчання

Клас	Кількість учнів	Результати за критеріями навчання								Якість %	
		початковий 1-3 (б)	%	середній 4-6 (б)	%	достатній 7-9 (б)	%	високий 10-12(б)	%		
8	Е	187	10	5,3	46	24,6	98	52,4	33	17,6	70,1
	К	204	17	8,3	75	36,8	81	39,7	31	15,2	54,9
10	Е	196	7	3,6	52	26,5	101	51,5	36	18,4	69,9
	К	191	17	8,9	70	36,6	83	43,5	21	11,0	54,5

Наочно співвідношення між рівнями навчальних досягнень учнів експериментальної і контрольної груп по закінченні експерименту подано на рисунку 3.5.

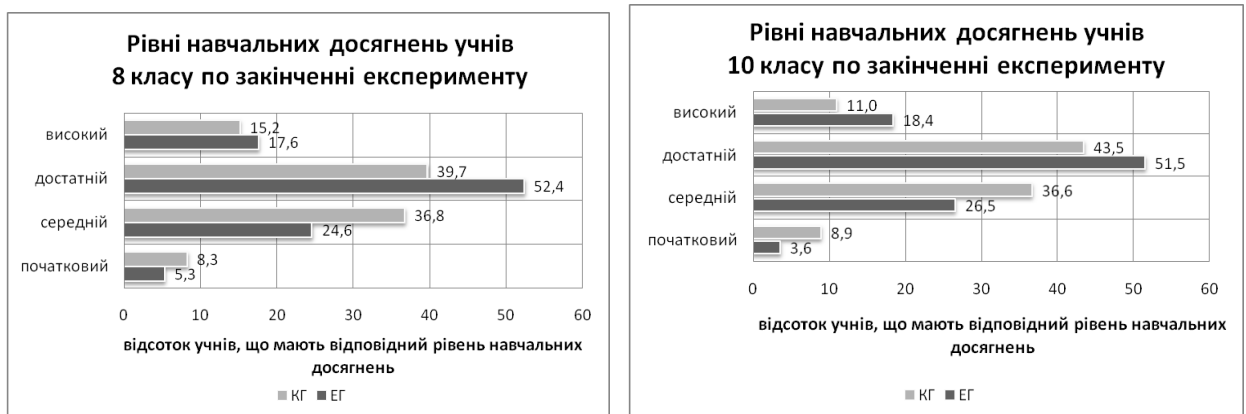


Рис. 3.5. Гістограми зміни показників навчальних досягнень учнів наприкінці експерименту

На підставі дослідження якості знань учнів експериментальних та контрольних груп встановлено, що на початковому етапі показники у експериментальних і контрольних групах майже не відрізнялися (різниця близько 1,5%), а за результатами проведення експерименту виявляються відмінності на користь експериментальних груп (рис. 3.6).

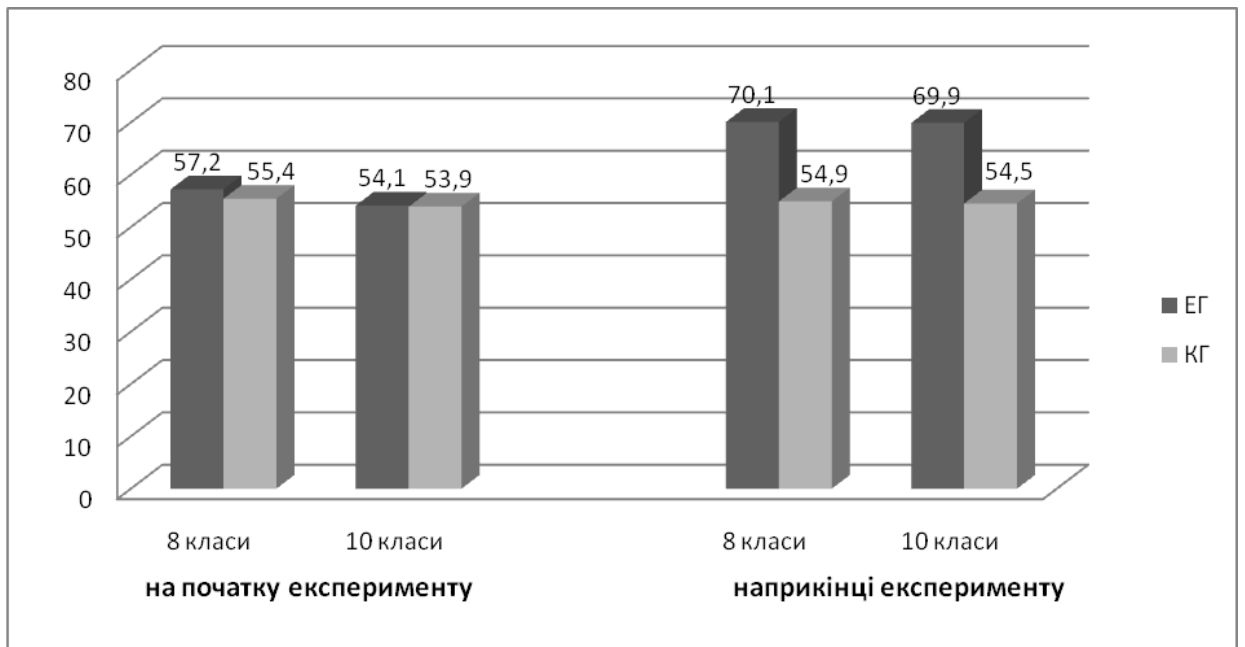


Рис. 3.6. Гістограма показників якості знань з фізики учнів контрольних та експериментальних класів.

На гістограмі відображено зростання якості знань школярів в експериментальних групах восьмих та десятих класів порівняно з контрольними відповідно на 15,2 % та 15,4 %.

Отже, у цілому, підвищення показників засвоєння дозволяє стверджувати, що вивчення механіки за умови організації навчального процесу у відповідності з його інтегративною моделлю із застосуванням мультимедійних засобів у структурі циклу засвідчує свою ефективність.

Представлена в таблиці 3.3 інформація свідчить про те, що розподіли учнів експериментальних і контрольних груп відрізняються за рівнями навчальних досягнень з фізики за результатами вивчення механіки. На підставі отриманих даних нами були висловлені припущення, що відмінності в розподілах школярів за рівнями навчальних досягнень статистично достовірні й відображають суттєву різницю у знаннях учнів контрольних і експериментальних вибірок й обумовлені відмінністю методик навчання даного розділу фізики.

Оскільки в експерименті розглядається по дві незалежні вибірки (контрольна та експериментальна), які необхідно співставити за частотою досліджуваного показника, доцільно використати кутове перетворення Фішера  $\phi^*$

[154]. Для максимального підвищення потужності критерію  $\varphi^*$  застосовано критерій  $\lambda$  [154] для вибору точки максимального розходження між експериментальною та контрольною вибірками.

Застосування критерію  $\lambda$  для вибору точки максимального розходження між експериментальною та контрольною вибірками дозволяє встановити максимальну виявлену між двома емпіричними частотами різницю  $\sum f^*1 - \sum f^*2$ , яка для вибірки восьмого класу складає 0,154 (таблиця В.5), що відповідає значенню «7» навчального балу. Таким чином, верхню межу даної категорії можна використати у якості критерію для поділу обох вибірок на підгрупу, де «є ефект» та підгрупу, де «немає ефекту». Вважатимемо, що «є ефект», якщо учні отримують 7-12 балів та «немає ефекту», якщо 1-6 балів.

Визначивши величини  $\varphi_1, \varphi_2$ , та емпіричне значення критерію  $\varphi^*$  (таблиця В.6), а також встановивши критичні значення останнього [154], можна зробити висновок про те, що отримане емпіричне значення  $\varphi^*=3,111$  знаходиться у зоні значимості, ( $\varphi^*_{0,01} = 2,31 < \varphi^*$ ), що свідчить про статистичну достовірність результатів експерименту.

Для вибірки десятого класу (таблиця В.7) аналогічним чином було здійснено поділ обох вибірок на підгрупу, де «є ефект» (7-12 балів) та підгрупу, де «немає ефекту» (1-6 балів), оскільки значення критерію  $\lambda = 0,170$  теж відповідає навчальному балу «7».

Отримане емпіричне значення критерію Фішера  $\varphi^*=3,137$  для виявлення відмінностей у навчальних досягненнях контрольної та експериментальної груп десятикласників знаходиться у зоні значимості ( $\varphi^*_{0,01} = 2,31 < \varphi^*$ ), що вказує на статистичну достовірність результатів експерименту.

Тому в обох випадках нульова гіпотеза ( $H_0$ ) про те, що вивчення механіки із застосуванням мультимедійних засобів навчання не сприяє кращому засвоєнню систем істотних ознак компонентів шкільного курсу фізики, відхиляється, а приймається альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ) про те, що вивчення механіки у шкільному курсі фізики на основі мультимедійних засобів навчального призначення сприяє поліпшенню результатів засвоєння одиниць змісту цього



предмету.

Таким чином, характеристики обох вибірок задовольняють вимогу неприйняття нульової гіпотези. Результати проведеного експериментального дослідження дають підстави зробити висновок про те, що впровадження розробленої нами методики навчання механіки на основі мультимедійних засобів навчання у структурі циклу навчального процесу з фізики сприяє значному покращенню засвоєння компонентів змісту даного розділу, що підтверджується підвищенням якості знань учнів та їх навчальних досягнень на користь експериментальних груп.

### **Висновки до розділу 3**

1. У ході педагогічного експерименту забезпечено виконання усіх вимог до його проведення. Обґрунтовано вибір показників, за динамікою яких досліджувалася ефективність розробленої методики навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних освітніх засобів.

2. На етапі формувального експерименту вивчення механіки в експериментальних групах відбувалося на основі розробленої методики, що ґрунтується на діяльнісній моделі організації навчального процесу із застосуванням мультимедійних засобів та продуктів. У контрольних групах викладання проводилося традиційно, при цьому епізодичне використання мультимедійних засобів не виключалося.

3. На підставі дослідження достовірності співпадіння й розходження для емпіричних вибірок експериментальних та контрольних груп встановлено, що на початковому етапі показники у експериментальних і контрольних групах не відрізняються, а за результатами проведення експерименту виявляються відмінності на користь експериментальних груп.

4. Експериментально доведено, що впровадження мультимедійних засобів навчального призначення у структурі циклу навчального процесу з фізики сприяє значному покращенню засвоєння одиниць змісту цього навчального предмету,

позитивній динаміці у подоланні інтелектуальних утруднень учнів та покращенню підготовленості вчителів до застосування вказаних засобів у професійній діяльності за умови дотримання визначених педагогічних умов.

5. Доведена у ході експерименту позитивна динаміка рівнів навчальних досягнень та якості знань учнів дозволяє стверджувати, що вивчення механіки за умови організації навчального процесу на засадах компетентнісного підходу та відповідно до його інтегративної моделі із застосуванням мультимедійних засобів є перспективним методичним напрямом в аспекті державних вимог до загальноосвітньої підготовки учнів.

## ВИСНОВКИ

Узагальнення результатів проведеного дослідження у контексті розв'язання проблеми підвищення ефективності навчального процесу з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах дає підстави сформулювати такі висновки.

1. Інтеграція освіти України до Європейського наукового й освітнього простору має здійснюватись у рамках компетентнісного підходу у формуванні змісту та організації навчального процесу. Для успішної реалізації компетентнісного підходу переваги мають надаватися тим технологіям і засобам навчання, які відповідають його суті і завданням. Запровадження загальної середньої освіти на базі компетентностей забезпечує можливість зробити процес навчання доступнішим для учнів та підвищити якість освіти. Важлива роль у формуванні в учнів предметних компетентностей належить діяльнісному підходу, який набуває особливого значення в організації навчально-виховного процесу з фізики, зокрема у процесі вивчення механіки, оскільки забезпечує реалізацію як конструктивної, так й аналітичної діяльності учнів. Механіка є основою всього шкільного курсу фізики, у процесі її засвоєння формуються фізичний світогляд, основи пізнавальної діяльності, інтелект, самостійність і критичність, а, отже, предметна компетентність учня. Це вимагає упровадження інноваційних підходів до викладання механіки, зокрема, формування комп'ютерно орієнтованого навчального середовища та розроблення інформаційно-ресурсного забезпечення

2. Обґрунтовано, що вибір в якості одиниць навчального змісту його компонентів, що відповідають структурним елементам наукового фізичного знання, встановлення нових систем істотних ознак для кожного компонента відкриває можливість виявлення найбільш раціональних способів розв'язування пізнавальних задач. Це особливо важливо у процесі засвоєння нового навчального матеріалу, оскільки забезпечує цілісність педагогічного процесу і дозволяє ефективно оновити інформаційно-діяльнісне середовище. Структура циклу у загальному вигляді зберігається під час вивчення будь-якої одиниці навчального змісту. Водночас кожен етап циклу набуває конкретного змісту в залежності від

навчального матеріалу, що вивчається, і раціональних способів діяльності, які при цьому використовуються. Удосконалено структуру і зміст окремих компонентів змісту курсу механіки основної (рівномірний рух, траєкторія руху, сила пружності, кінетична енергія, потенціальна енергія, закон збереження і перетворення механічної енергії, сила пружності, тиск газу) та старшої шкіл (прямолінійний рівномірний рух, рівнозмінний рух, додавання переміщень і швидкостей, миттєва швидкість руху, вільне падіння тіл, рівномірний рух по колу, закон всесвітнього тяжіння).

3. Вперше запропоновано методику навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних освітніх засобів та відповідно із вимогами щодо організації навчального процесу на засадах компетентнісного і діяльнісного підходів, спрямовану на підвищення якості знань учнів в умовах поєднання традиційних та інноваційних моделей навчання. Вперше запропоновано теоретичні та методичні основи використання у процесі вивчення компонентів змісту механіки мультимедійних засобів навчального призначення, які ґрунтуються на застосуванні особистісно орієнтованих, інтерактивних методів навчання та забезпечують реалізацію принципів унаочнення і доступності освітнього процесу. Доведено, що використання засобів мультимедіа забезпечує позитивну мотивацію учнів, стимулює пізнавальний процес та підвищує їх активність. При цьому навчальний процес концентрується на розвивальному ефекті, на розв'язанні інтелектуальних завдань, що у повній мірі відповідає вимогам компетентнісного підходу.

4. Створено й упроваджено у навчально-виховний процес з фізики електронний додаток «Бібліотека мультимедійних навчальних засобів. Механіка (для загальноосвітніх навчальних закладів)», який слугує інформаційно-методичним підтриманням і дозволяє реалізувати управління навчальною діяльністю учнів на різних етапах навчального процесу. Розроблено й упроваджено в освітню практику методичний посібник для учителів фізики «Використання мультимедійних освітніх засобів у навчанні механіки учнів загальноосвітніх навчальних закладів», призначений для забезпечення належної

орієнтації педагогічних кадрів у можливостях інформаційно-комунікаційних технологій та розширення простору їх інноваційної педагогічної діяльності. Розроблено методику викладання розділів механіки «Механічний рух», «Взаємодія тіл», «Механічна робота. Механічна енергія» (основна школа) та «Кінематика», «Динаміка» (старша школа) з використанням мультимедійних засобів.

5. Результати проведеного педагогічного експерименту щодо перевірки ефективності методики навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних освітніх засобів доводять, що їх запровадження у структуру циклу навчального процесу з фізики сприяє значному покращенню засвоєння одиниць змісту курсу механіки, підвищенню рівнів навчальних досягнень учнів, позитивній динаміці у подоланні інтелектуальних утруднень учнів та формуванню в них основ продуктивної пізнавальної діяльності. Це дозволяє стверджувати, що вивчення механіки за умови організації навчального процесу на засадах компетентнісного підходу та відповідно до його інтегративної моделі із застосуванням мультимедійних засобів є перспективним методичним напрямом в аспекті державних вимог до загальноосвітньої підготовки учнів. Використання в освітній практиці розробленого посібника для учителів фізики забезпечує їх методичну готовність до модернізації професійної діяльності у напрямі опанування інноваційними педагогічними технологіями та раціональними прийомами запровадження інформаційного забезпечення навчального процесу.

Дослідження варто продовжити у напрямі створення цілісної методики вивчення шкільного курсу фізики з використанням засобів мультимедіа, виявляючи та враховуючи специфічні особливості сприйняття й розуміння одиниць навчального змісту кожного розділу. Предметом подальших теоретичних досліджень мають стати взаємодії між суб'єктами навчального процесу в умовах компетентнісного підходу з використанням мультимедійних засобів навчання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров Є. Чи замінять мультимедійні технології “крейду та дошку”. / Є. Александров, К. Богатиренко. // Інформаційний вісник АН ВШ України. – 2004. – № 4, с. 48-53.
2. Альбін К.В. Методика викладання фізики / К.В. Альбін, М.С. Білий, С.У. Гончаренко та ін. – К. : ВШ, 1970. – 300 с.
3. Анисимова Н.С. Теоретические основы и методология использования мультимедийных технологий в обучении. Автореф. дис... доктора педагогических наук : 13.00.02 / Н. С. Анисимова – Санкт-Петербург, 2002. – 31 с.
4. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики / П. С. Атаманчук – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1999. – 172 с.
5. Атанов Г. Деятельностный подход в обучении / Г. Атанов // Educational Technology & Society 4 (4) 2001. – С. 48-55.
6. Бадмаев Б. Ц. Методика преподавания психологии : учеб.-метод. пособие для препод. и аспирантов вузов / Б. Ц. Бадмаев. - Москва : Владос, 1999. – 304 с.
7. Бар'яхтар В. Г. Фізика. 10 клас. Академічний рівень : Підручник для загальноосвіт. навч. закладів / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова. – Х.: Видавництво «Ранок», – 2010. – 256 с.
8. Баяндин Д. В. Компоненты электронных средств образовательного назначения и структура модельных учебных объектов /Д. В. Баяндин // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – 2008. – Вып.4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mdito.pspu.ru/?q=node/219>.
9. Бенг Б. Андресен. Мультимедиа в образовании: специализированный учебный курс / Бенг Б. Андресен, Катя ван ден Бринк [Авторизованный пер. с англ.] – М. : «Обучение-Сервис», 2005. с. 38.

10. Бібліотека електронних наочностей. Фізика, 7-9 кл. Педагогічний програмний засіб для загальноосвітніх навчальних закладів. [Електронний ресурс] – К.: Квazar-Мікро, 2004.
11. Благодаренко Л. Педагогічні програмні засоби навчання фізики в основній школі [Текст] / Л. Благодаренко, М. Шут // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету, 2012. т.Ч. 4.-С.24-32
12. Благодаренко Л. Ю. Методологічні аспекти підготовки фахівців з фізики [Текст] / Л. Ю. Благодаренко, М. І. Шут // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3, Фізика і математика у вищій і середній школі : научное издание / М-во освіти і науки України, НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Київ : НПУ, 2006. – Вип. 2. – С. 20-21.
13. Благодаренко Л.Ю. Підвищення педагогічної ефективності навчання фізики в основній школі під час використання мультимедійних технологій / Л. Ю. Благодаренко. – Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). – №3. – Бердянськ: БДПУ, 2009. – 304 с.
14. Божинова Ф. Я. Фізика. 8 клас : підручник / Ф. Я. Божинова, І. Ю. Ненашев, М. М. Кірюхін. – 2-ге вид., випр. – Харків : Видавництво «Ранок», 2009. – 256 с.
15. Браун Ю. С. Содержание подготовки учащихся старших классов к применению технологии мультимедиа в учебной деятельности : диссертация... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / Ю. С. Браун – М., 2002.
16. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы : [учеб. пособие для пед. ин-тов по физ.-мат. спец.] / А.И. Бугаев. – М.: Просвещение, 1981. – 288с.
17. Ванина Е. Ю. Технологии мультимедиа в учебном процессе: как их освоить? И кому они нужны? Полемические заметки / Е. Ю. Ванина, А. Н. Леонтьев // Высшее образование сегодня, 2008. т. № 2. – С.73-75.

18. Ванюшин А. В. Мультимедийный учебный комплекс как эффективное средство повышения качества образования : На примере начального профессионального образования : дисс.... кандидата педагогических наук : 13.00.01, 13.00.08 / А. В. Ванюшин. – Йошкар-Ола, 2004 – 248 с.
19. Великий тлумачний словник сучасної української мови / [ уклад. і голов. ред. Бусел В. Т.] – К.: Ірпінь: Перун, 2001. – 1440 с.
20. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики в середній школі: монографія / С. П. Величко – Кіровоград: КДПУ, 1998. – 302 с.
21. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А. А. Вербицкий. – М.: Высш. шк., 1991. – 207 с.
22. Воловик П.И. Теория вероятностей и математическая статистика в педагогике. – К.: Рад. шк., 1969. – 221 с.
23. Гальперин П. Я. Введение в психологию. / П.Я. Гальперин -М. : Изд-во МГУ, 1972. – 150 с.
24. Гаряев А. В. Физическое, математическое и компьютерное моделирование природных процессов и систем на уроках физики / А. В. Гаряев // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – Пермь: ПГПУ, 2006. – Вып. 2. – С. 126 – 137.
25. Генденштейн Л.Е. Фізика 10 клас Підручник для 10 класу загальноосвітніх навчальних закладів суспільно – гуманітарного напрямку / Л. Е. Генденштейн. – Харків "Гімназія", 2006. – 318 с.
26. Геоинформатика / ред. В.С. Тикунова. – М.: Академия, 2005. – 480 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://edu-knigi.ru/tikunov/geo-informatika.php?id=1> (30.08.2011)
27. Говорков А.В. Использование автоматизированных компьютерных комплексов для повышения эффективности учебного физического эксперимента по механике : Автореф. дис.... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / А. В. Говорков – Курган, 2004. – 24 с.
28. Голин Г. М. Кавендиш Г. Опыты по определению плотности Земли



- // Классики физической науки. / Голин Г. М. Филонович С. Р. – М., 1989. – С. 255-268.
29. Гомулина Н. Н. Применение новых электронных образовательных средств для интерактивных досок / Н. Н. Гомулина. – Физика в школе : научно-методический журнал. – М. : Школа-Пресс, 2008.- № 7. – С.16-20.
  30. Гончаренко С.У. Фундаменталізація освіти як дидактичний принцип [Текст]. / С. У. Гончаренко // Шлях освіти. – 2008. – № 1. – С. 2–6.
  31. Гончарова Н. Л. Категория «компетентность» и «компетенция» в современной образовательной парадигме. / Н. Л. Гончарова // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Гуманитарные науки». – 2007. – № 5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ncstu.ru/>.
  32. Горячкин Е. Н. Методика преподавания физики в семилетней школе. Том 1. Общие вопросы методики физики : [пособие для учителей и руководство для студентов учительских институтов] / Е. Н. Горячкин. – М.: Учпедгиз, 1948. – 496 с.
  33. Григорьев С.Г. Использование мультимедиа-технологий в общем среднем образовании / С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ido.rudn.ru/nfpk/ikt/vved.html>. (21.07.09)
  34. Давиденко А.А. Можливості ЕОМ щодо творчості // Наукові записки. Випуск 51. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2003. – Частина 1. – 219 с. – С. 20-24.
  35. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении [Текст] : (логико-психологические проблемы построения учебных предметов) / В. В. Давыдов ; Институт общей и педагогической психологии АПН СССР. – Москва : Педагогика, 1972. – 424 с.
  36. Давыдов В.В. Что такое учебная деятельность [Текст] : Теоретические основы развивающего обучения / Давыдов В.В. // Начальная школа. – 1999. – № 7. – С. 12-18.
  37. Давыдов В.В. Новый подход к пониманию структуры и содержания деятельности [Текст] / Давыдов В.В. // Психологический журнал. – 1998. –

- № 6. – С. 20-27.
38. Демонстраційний експеримент з фізики : навч. посібник / Шут М.І., Биков В.Ю., Кучменко О.М., Адаменко І.І., Жук Ю.О., Плахтієнко О.М., Касперський А.В., Благодаренко Л.Ю., Сергієнко В.П., Заболотний В.Ф.; за ред. М.І. Шута, В.Ю. Бикова. – К.: ВЦ “Просвіта”, 2003. – 237 с.
  39. Державний стандарт базової і повної середньої освіти / Освіта України, №5. 20 січня – 2004. – С.8-10.
  40. Долгая Т. И. Мультимедийные технологии в коллективной форме работы учащихся при обучении физике : на основе применения электронной интерактивной доски : диссертация... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / Т. И. Долгая. – Москва, 2010. – 216 с.
  41. Дреус У. Организация урока (в вопросах и ответах) : пособие для учителя / У. Дреус, Э. Фурман. Пер. с нем. – М. Просвещение, 1984.
  42. Егорова Ю. Н. Мультимедиа как средство повышения эффективности обучения в общеобразовательной школе : дисс.... канд. пед наук : 13.00.01 / Ю. Н. Егорова. – Чебоксары. – 2000. – 196 с.
  43. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://school-collection.edu.ru/>
  44. Ездов А. А. Комплексное использование информационных и коммуникационных технологий в преподавании физики в школе : На прим. механики : диссертация... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / А. А. Ездов. – Москва. – 1999. – 194 с.
  45. Елизаров К.Н. О записях на классной доске на уроках физики / К. Н. Елизаров – Л.: Городской метод. кабинет Ленинградского городского отдела народного образования, 1938.
  46. Заболотний В. Ф. «Фізика-7. Мультимедійні додатки» [Електронний засіб навчального призначення] / В. Ф. Заболотний, Н. А. Мисліцька, М. І. Шут – 760 Мб. – К.: Вид-во Rostok Records, 2009.
  47. Заболотний В. Ф. Комп’ютерні моделі в системі формування понять

- кінематики / В. Ф. Заболотний, Н. А. Мисліцька // Наукові записки. – випуск 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2006. – Ч. 2. – С.127-132.
48. Заболотний В. Ф. Форми представлення демонстрацій в умовах використання електронних засобів навчання / В. Ф. Заболотний, Н. А. Мисліцька, А. І. Міночкін [та ін.] // Збірник наукових праць. Педагогічні науки.- Херсон: Видавництво ХДУ, 2008. – Вип. 50.- Ч. 2 – С. 351-355.
49. Заболотний В. Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики. : дисертація ... доктора педагогічних наук : 13.00.02 / В. Ф. Заболотний. – К. – 2010. – 482 с.
50. Загальні питання комплексного використання дидактичних засобів у навчання фізики / За ред. Є. В. Коршака.- К.: Рад. школа, 1983, – 132 с.
51. Закон України від 09.01.2007 № 537-V "Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16).
52. Засоби інформаційно-комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України [Текст] : кол. моногр. / [В. В. Лапінський та ін. ; за наук. ред. В. Ю. Бикова] ; НАПН України, Ін-т інформ. технологій і засобів навч. - К. : Педагогічна думка, 2010. - 159 с.
53. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / И.А. Зимняя. – М. : Логос, 2004. – 208 с.
54. Знаменский, П. А. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] / П.А. Знаменский. – Л. : Учпедгиз. – 1958.
55. Интерактивная доска в школе / авт.-сост. Е. А. Голодов, И. В. Гроцкая, В. Е. Бельченко. – Волгоград : Учитель, 2010. – 86 с.
56. Каган М. С. Человеческая деятельность (опыт системного анализа) [Текст] : научное издание / М. С. Каган. – М. : Политиздат, 1974. – 328 с.

57. Казачихина М. В. Мультимедійні технології в інноваційному освітньому процесі: психологічний аспект / М.В Казачихина, Д.А. Стариков // Вестник челябінського державного педагогічного університету. №7. 2009 – С. 88-95.
58. Каленик В. І. Лекційно-практичні заняття з методики викладання окремих тем шкільного курсу фізики. Ч. 1 : Механіка. [Текст] : навч. посіб. для студ. фіз.-мат. ф-тів пед. ун-тів / В. І. Каленик, М. В. Каленик. – Суми : Сумський держ. педагогічний ун-т ім. А.С.Макаренка, – 2005. – 143 с
59. Каленик М. Мультимедійні задачі з фізики / М. Каленик // Фізика та астрономія в школі : Науково-методичний журнал. – 2008. – N 3. – С. 31-34.
60. Каленик В. И. Интеграция идей организации процесса обучения в общеобразовательной школе / В. И. Каленик. – Сумы : МКИПП «Мрия», 1992. – 164 с.
61. Каленик В. І. Шкільний курс фізики : методичний посібник / Каленик В.І., Каленик М.В. – Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2001. – 116с.
62. Каленик В.І. Питання загальної методики навчання фізики [Текст] : пробний навчальний посібник / Каленик В.І., Каленик М.В. – Суми : Редакційно-видавничий відділ СДПУ ім. А.С. Макаренка, 2000.
63. Каленик М. Поняття компетенції, компетентність, навчальні досягнення учнів з фізики [Текст] / М. Каленик // Наукові записки. Серія : педагогічні науки : збірник / М-во освіти і науки України, Кіровоградський держ. пед. ун-т ім. В. Винниченка. – 2010. – Вип. 90. – С. 117-120.
64. Каленик М.В. Методика віртуального демонстраційного фізичного експерименту / М.В. Каленик, О.О. Пасько // Фізика та астрономія в школі: Науково-методичний журнал. – 2009. –№ 1 (70). – С. 29-32
65. Каленик М.В. Мультимедійні конспекти з фізики / М.В. Каленик, О.О. Пасько // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 65. – Серія: педагогічні науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2009. – № 65. – С. 66-70.
66. Каменецкий С.Е., Пуршьева Н.С., Важеевская Н.Е. Теория и методика

- обучения физике в школе: Частные вопросы: Учебн. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений.– М.: «Академия», 2000.– 368 с.
67. Касперський А.В. Практика впровадження комп'ютерних посібників та мультимедійних засобів при вивченні радіоелектроніки / А. В. Касперський, С. І. Козеренко // IX Всеукраїнська наукова конференція “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”: матеріали конф., присвячені 170-й річниці НПУ імені М.П.Драгоманова, 70-й річниці фізико-математичного факультету /НПУ імені М.П.Драгоманова. – К.: НПУ, 2004. – С. 19.
  68. Кислицына Т. Г. Понимание в структуре гуманитарного знания: Автореф. дис.... канд. филос. Наук / Т. Г. Кислицына– М., 2003,— 24 с.
  69. Клемешова Н.В. Мультимедиа как дидактическое средство высшей школы : диссертация... кандидата педагогических наук : 13.00.01 / Н. В. Клемешова. – Калининград, 1999. – 210 с.
  70. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід і українські перспективи / За заг. ред. О.В. Овчарук. – К.: "К.І.С.", 2004. – 112 с.
  71. Компетентность и проблемы ее формирования в системе непрерывного образования (школа – вуз – послевузовское образование) / науч. ред. проф. И.А. Зимняя; Материалы XVI научно-методической конференции «Актуальные проблемы качества образования и пути их решения». – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 130 с.
  72. Комплексне використання дидактичних засобів у навчанні фізики: Збірник статей / За ред. Є. В. Коршака. Упорядник В.Г. Нижник. – К.: Радянська школа, 1983. – 132 с.
  73. Концепція створення засобів навчання нового покоління для середніх закладів освіти України / Савченко О.Я., Гуржій А.М., Доній В.М., Волинський В.П., Жук Ю.О., Самсонов В.В., Шут М.І. //Проблеми освіти. - К.,1997. - Вип.10. - С. 207-218.
  74. Коробов Е. Понимание как дидактическая проблема. / Е. Коробов /

- Московский психологический журнал / [Электронный ресурс] : Режим доступа : <http://magazine.mospsy.ru/nomer11/s10.shtml>
75. Коршак Є.В. Фізика. 10 клас: Підручник для загальноосв. навч. закладів: рівень стандарту / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К. : Генеза, – 2010.
  76. Коршак Є. В. Фізика. 7 клас: Підручник для загальноосв. навч. закладів: рівень стандарту / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К. : Генеза, – 2002.
  77. Краевский В.В. Предметное и общепредметное в общеобразовательных стандартах. / Краевский В. В., Хуторской А. В. [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 3. – С. 3-10.
  78. Краснова Г.А. Технологии создания электронных обучающих средств. / Г.А. Краснова, М.И. Беляев, А.В. Соловов – М., МГИУ, 2001, 224 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ido.rudn.ru/ido.aspx?id=book2>
  79. Кутішенко В.П. Психологія розвитку та вікова психологія / В.П. Кутішенко, С.О. Ставицька. – К.: Каравелла, 2009. – 304 с.
  80. Ладенко И.С. Интеллект и логика. / И.С. Ладенко – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1985. – 144 с.
  81. Лакатос И. Доказательства и опровержения. Как доказываются теоремы / И Лакатос [пер. И. Н. Веселовского]. – М.: Наука, 1967.
  82. Лапінський В. В. Навчальне середовище нового покоління та його складові / В. В. Лапінський // Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. – Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – № 6 (13). – С. 26-32.
  83. Лапінський В. Комп'ютерно-орієнтоване навчальне середовище та вимоги до його реалізації /В. Лапінський, М. Шут // Наукові записки. Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУім. В. Винниченка, 2008. - Вип. 77. Ч. 1. - С.79-85.
  84. Лапінський В. Мультимедійна дошка / В. Лапінський, Л. Карташова. К.:

- Шк. світ, 2011. – 112 с.
85. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность / А.Н. Леонтьев. М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
  86. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения / И.Я. Лернер. – М.: Педагогика, 1981. – 172 с.
  87. Литвинова Т.Ю. Мультимедіа технології в навчальному процесі [Текст] : научное издание / Т.Ю. Литвинова, І.О. Заболотний // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : Збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Київ, 2003. – Вип. 7. – С. 247-254.
  88. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
  89. Манторова И. В. Представление учебной информации мультимедийными средствами как фактор повышения качества усвоения знаний : диссертация... кандидата педагогических наук : 13.00.01 / Манторова И. В. Карачаевск, 2002 – 187 с.
  90. Мантуленко В.В. Образовательные возможности новых медиа / В.В. Мантуленко // Актуальные проблемы воспитания и образования: Выпуск 5. Сборник науч. статей / Под ред. М.Д. Горячева. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2005. – С. 86 – 93.
  91. Манько Н. Н. Средства когнитивной визуализации знаний: видеть – мыслить – действовать / Н. Н. Манько // Современный образовательный процесс: опыт, проблемы и перспективы: Материалы межрегиональной научно-практической конференции (г. Уфа, 26 марта 2008 г.). – Уфа: Издательство БИРО, 2008. – 384 с. – С. 331-332.
  92. Манько Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов в активизации учебной деятельности / Н. Н. Манько // Известия алтайского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. – № 2. – 2009. – С. 22-28.
  93. Мартинюк М. Т. Теоретичні і методичні засади підготовки вчителя фізики в

- контексті реалізації інтегративного освітньо-галузевого підходу до підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін / М. Т. Мартинюк, М. В. Декарчук, В. І. Хитрук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. : Педагогічна . - 2013. - Вип. 19. - С. 299-301.
94. Мартинюк М. Проблеми підготовки майбутніх учителів в умовах інформаційного суспільства / М. Мартинюк, Н. Стеценко // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету . - 2011. - Ч. 3. - С. 163-169.
  95. Межуєв В.І. Інтенсифікація навчання фізики в сучасній середній загальноосвітній школі : автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / Межуєв Віталій Іванович. – К., 2001. – 20с.
  96. Методика преподавания физики в 8 – 10 классах средней школы : пособие для учителей физики : в 2-х ч. Ч. 1 / В. П. Орехов [и др.] ; ред.: В. П. Орехов, А. В. Усова. – М. : Просвещение, 1980. – 320 с.
  97. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] : учебное пособие. Частные вопросы / ред. С. Е. Каменецкий. – Москва : Просвещение, 1987. – 336 с.
  98. Мисліцька Н.А. Формування фізичних понять в учнів основної школи засобами інформаційних технологій навчання : автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / Н. А. Мисліцька ; НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Київ, 2007. – 20 с.
  99. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе / В.В. Мултановский – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.
  100. Муляр В.П. Інформаційні технології в системі інших засобів навчання при вивченні фізики. / В.П. Муляр. // Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету). Випуск 12, 2009. – С. 14-17.
  101. Наказ Міністерства освіти і науки України від 05.05.2008 р. № 371 "Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти". [Електронний ресурс]. – Режим доступу :



- <http://mon.gov.ua/>
102. Наказ Міністерства освіти і науки України від 13.04.2011 р. № 329 "Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти". [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/>
  103. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки. [Електронний ресурс]. Режим доступу : [guonkh.gov.ua/content/documents/16/.../4455.pdf](http://guonkh.gov.ua/content/documents/16/.../4455.pdf)
  104. Никулова Г. А. Цветовое оформление учебных материалов и его влияние на восприятие информации [Текст] / Г.А. Никулова // Вестник Пермского государственного педагогического университета, серия «Информационные компьютерные технологии в образовании-2006. – Вып. 2. – С. 77— 84.
  105. Новий тлумачний словник української мови (у трьох томах). Том 1, А – К [Текст] / Укладачі : В. В. Яременко, О. М. Сліпущко. – К.: Вид-во «АКОНІТ», 2006. – 926 с.
  106. Нохрина Н. Н. Теория и практика диагностики гуманитарной подготовленности студентов технических специальностей: монографія / Нохрина Н. Н. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 210 с.
  107. Образовательная программа ИИТО ЮНЕСКО по подготовке и повышению квалификации педагогических кадров в области применения ИКТ в образовании. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ru.iite.unesco.org>.
  108. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: ИТИ технологии, 2003. – 567 с.
  109. Оспенников Н.А. Школьный физический эксперимент в условиях развития компьютерных технологий обучения / Н. А. Оспенников // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – Пермь: ПГПУ, 2006. – Вып. 2. – с. 47 – 76.
  110. Оспенникова Е. В. Дидактика мультимедиа: проблемы и направления исследования / Е.В. Оспенникова // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – Пермь: ПГПУ, 2006. – Вып. 1. С. 16 – 30.

111. Оспенникова Е. В. Мультимедийные информационные ресурсы по физике для средней общеобразовательной школы: Учеб.-метод. пособие / Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников, А.В.Худякова. – Пермь: ПГПУ, 2006. – 53 с.
112. Оспенникова Е. В. Мультимедийные информационные ресурсы по физике для средней общеобразовательной школы [Текст]: учеб.-метод. пособие / Е.В. Оспенникова, Н.А. Оспенников. – Пермь: ПГПУ, 2006. – 53 с.
113. Открытая физика. В 2 ч. (CD) / Под ред. С.М. Козела. – М.: ООО «Физикон», 2002. [Электронный ресурс] Режим доступа : <http://www.physicon.ru/>.
114. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи) / Наук. ред. С.У.Гончаренко. – К.: ТОВ «Міжнар. фін. агенція», 1997. – 177 с.
115. Пасанова С. В. Возможности использования интерактивной доски на уроках физики [Текст] / С. В. Пасанова // Физика в школе : Научно-методический журнал. – 2008. – № 7. – С. 21-22.
116. Пасько О.А. Изображение графических зависимостей при изучении механики в школьном курсе физики средствами мультимедиа. / О.А. Пасько, М.В. Каленик // Фэн-наука: периодический журнал научных трудов. – Бугульма (РФ), 2013. – № 12 (27). – С. 32-34.
117. Пасько О.О. Використання мультимедійних засобів під час розв'язування практичних задач з механіки у загальноосвітній школі / О.О. Пасько // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Збірник наукових праць – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – №12. – С. 52-57.
118. Пасько О.О. Використання мультимедійних освітніх засобів у навчанні механіки учнів загальноосвітніх навчальних закладів : Методичний посібник. – Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2013. – 76 с.
119. Пасько О.О. Використання мультимедійних технологій на уроках фізики для моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач. /

- О.О. Пасько // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол. : П.С.Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.] Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17 : Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. – С. 235-239.
120. Пасько О.О. Дидактичні можливості мультимедійних засобів у візуалізації навчальної інформації з фізики / О.О. Пасько // Наукові записки. – Випуск 108– Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. Частина 1. – С. 217-223.
121. Пасько О.О. Методичні основи використання мультимедійних засобів у вивченні шкільного курсу фізики / О.О. Пасько // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [Текст]. Вип. 99. / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів : ЧНПУ, 2012. –392 с. (Серія педагогічні науки). – С. 92-96.
122. Пасько О.О. Мультимедійні технології навчання як засіб інтенсифікації навчального процесу з фізики в загальноосвітній школі / О.О. Пасько // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [Текст]. Вип. 89. / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів: ЧНПУ, 2011.–500 с. (Серія педагогічні науки). – С. 134-137.
123. Пасько О.О. Спрямованість навчального процесу на підвищення якості знань учнів з фізики. / О.О. Пасько, М.В. Каленик // Наукові записки. – Випуск 98. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – С. 110-113.
124. Пасько О.О. Удосконалення навчального фізичного експерименту засобами мультимедіа. / О.О. Пасько // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Науковий журнал. – Суми. – СумДПУ ім. А.С.Макаренка. № 2 (28), 2013. – С. 89-99.

125. Пахотін К. Комп'ютер при розв'язуванні задач з фізики у вищій та загальноосвітній школі. [Текст] / К Пахотін // Зб. наук. праць: Спец. випуск. – К. – Науковий світ, 2001. – С.105-107.
126. Пінчук О. П. Актуальні проблеми використання засобів мультимедійних технологій в основній школі / О. П. Пінчук // Нові технології навчання : наук.-метод. зб. / [Кол. авт.]. – К. : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2007. – Вип. 47. – С. 107–111.
127. Пінчук О. П. Дидактичний аспект проблеми визначення мультимедіа в освіті / О. П. Пінчук // Наукові записки. Серія педагогічні та історичні науки.. – К. : Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова. – 2006. – Вип. LXIV (64). – С.178-184.
128. Пінчук О. П. Інтерактивні комп'ютерні моделі на уроках фізики основної школи / О. П. Пінчук // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського національного ун-ту. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2009. – Вип. 15. – С. 234–236.
129. Пінчук О. П. Предметна компетентність з фізики у системі спеціальних компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів / О.П. Пінчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17. – С. 165-167.
130. Племенюк М. Г. Проблема понимания в педагогической науке // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2009. №83. [Електронний ресурс] : Режим доступу : <http://cyberleninka.ru/article/n/problema-ponimaniya-v-pedagogicheskoy-nauke>.
131. Подопригора Н. В. Психолого-педагогічні аспекти впровадження нових технологій до навчального фізичного експерименту / Подопригора Н. В. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський держ. уні-т, ІВВ, 2004. –

- Вип. 10. – С. 155-158].
132. Попова Т. Деякі особливості методики навчання розв'язуванню задач з фізики [Текст] / Попова Т. // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – №1. – С. 29-31.
  133. Попова Т. Застосування комп'ютера при розв'язанні графічних задач про вільний рух у фізико-математичних класах. [Текст]. / Попова Т. // Наукові записки. – Випуск 46. – Серія: педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2002. – с. 96-99.
  134. Постанова Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. N 494 „Про затвердження Державної цільової програми впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій «Сто відсотків» на період до 2015 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [zakon.rada.gov.ua/laws/show/494-2011-п](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/494-2011-п).
  135. Примаков А. Використання комп'ютерної техніки для навчання учнів розв'язувати фізичні задачі // Збірник наукових праць : Спец випуск. – К.: Науковий світ, 2001. – с. 107-111.
  136. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика: Астрономія, 7-12 кл. [Текст] – К.: Ірпінь: Перун, 2005. – 80 с.
  137. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике / В.Г. Разумовский. – М. : Просвещение. – 1975. – 272 с.
  138. Разумовский В.Г. ЭВМ, школа и научно-педагогическое обеспечение / В.Г. Разумовский // Советская педагогика. 1985. № 9. – С. 12-16.
  139. Редкун В.Н. Создание компьютерных анимаций для учебного процесса по физике [Текст] // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». – Пермь: ПГПУ, 2006. – Вып. 1. – С. 125 – 134.
  140. Резников Л. И. Графический метод в преподавании физики [Текст] : пособие для учителей физики / Л.И. Резников – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Учпедгиз, 1960. – 347 с.
  141. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании:

- дидактические проблемы; перспективы использования. / И В. Роберт. – М. : Школа-Пресс. – 1994. – 205 с.
142. Рыбакова А.А. Сущность понятий "компетенция" и "компетентность": от количественного измерения к качественному наполнению / А. А. Рыбакова // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2009. – № 61. – С. 51-57.
143. Савченко В.Ф. Комп'ютер в навчальному експерименті з механіки / В.Ф. Савченко, О. О. Шоня // Збірник наукових праць Херсонського державного педагогічного університету. – Херсон, 2000. – Вип. 15, ч. II. – С. 145–149.
144. Садовый М. І. Новітні інформаційні технології на сучасному уроці фізики / М. І. Садовый, Є. В. Руденко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. -Чернігів, 2012,N Вип. 99. - С.111-115.
145. Самсонова Г. В. Вивчення законів динаміки в школі. Посібник для вчителів. / Г.В. Самсонова. – К. : Радянська школа. – 1987.
146. Самсонова Г. В. Методика викладання кінематики. Посібник для вчителів. / Г.В. Самсонова. – К. : Радянська школа. – 1987.
147. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие для пед. вузов и ИПК / Г. К. Селевко. – М. Народное образование, 1998. – 255 с.
148. Семенова Н.Г. Влияние мультимедиа-технологий на познавательную деятельность и психофизиологическое состояние обучающихся / Семенова Н.Г., Болдырева Т.А., Игнатова Т.Н. // Вестник ОГУ. – Оренбург. – 2005. – № 4. – С. 72–80.
149. Семенова Н.Г. Мультимедийные обучающие системы лекционных курсов: теоретические основы создания и применения в процессе обучения. / Н.Г. Семенова. – Автореферат диссертации ... доктора педагогических наук. Специальность: 13.00.02 – «Теория и методика обучения и воспитания (технические дисциплины, уровень высшего образования)». Астрахань. –

- 2007.
150. Семенова Н.Г. Мультимедийные педагогические средства в системе общедидактических методов обучения. / Н.Г. Семенова. // Вестник ОГУ. – Оренбург. – 2005. – № 2. – С. 95–104.
  151. Семещук І. Особливості формування поняття швидкості руху з використанням нових інформаційних технологій навчання [Текст] / І. Семещук // Фізика та астрономія в школі : Науково-методичний журнал. – 2003. – №5. – С. 17-21
  152. Семещук І. Л. Використання програм GRAN1 та GRAN-2D при формуванні понять кінематики / І.Л. Семещук / Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць/ Редкол. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. – № 2 (9). – 2005. – С. 161-170.
  153. Сенько Ю. В. Педагогика понимания. / Ю. В. Сенько, М. Н. Фроловская / – М. : Дрофа, 1997. -192 с.
  154. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. / Е. В. Сидоренко. – Спб.: ООО «Речь»,. 2002. – 350 с
  155. Сидорова Л. В. Образное представление учебной информации и когнитивные процессы / Л. В. Сидорова // Инновации в образовании. – 2005. – № 1. – С. 24-32.
  156. Сиротюк В. Д. Фізика [Текст] : підручник для 8 кл. загальноосвіт. навч. закладів / В. Д. Сиротюк. – Київ : Зодіак – ЕКО, 2008. – 240 с.
  157. Сиротюк В. Д. Фізика [Текст]: підручник для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл.:(рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – К.: Освіта, 2010. – 303 с.
  158. Словарь иностранных слов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.inslov.ru](http://www.inslov.ru).
  159. Словник української мови: В одинадцяти томах. – К. : Наукова думка, 1973.
  160. Соловов А. В. Когнитивные аспекты мультимедиа в электронной поддержке обучения / А. В. Соловов // Материалы Международной конференции "IEEE

- International Conference on Advanced Learning Technologies". – Казань: КГТУ, 2002. С. 74-78. Режим доступа : <http://cnit.ssau.ru/do/articles/aspekt/aspekt.htm>.
161. Сосницька Н. Л. Мультимедійні технології навчання фізики: теоретичний аспект. / Н.Л. Сосницька, А.К. Волошина. // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). – №1. – Бердянськ: БДПУ, 2009. – С. – 73 – 79.
  162. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО. [Електронний ресурс] Режим доступа : [ru.iite.unesco.org](http://ru.iite.unesco.org)
  163. Сучасний тлумачний словник української мови / Упоряд. Дубічинський В. В. – Х.: Школа, 2006. – 1008с.
  164. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. Учебное пособие для студентов средних педагогических учебных заведений. / Талызина Н. Ф. М.: Академия, 1998. – 288 с.
  165. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Талызина Н. Ф. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 345 с.
  166. Тищук В.І. Відображення наукового експериментального методу в шкільному фізичному експерименті. // Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін. Збірник науково-методичних праць Рівненського державного гуманітарного університету. Випуск1. – Рівне: РДГУ, 1999. – С. 15 -24.
  167. Турьшев И. К. Воспитание интереса к физике у учащихся восьмых классов при проведении опытов по механике [Текст] : пособие для студентов 3-4-х курсов физ.-мат. фак. / И. К. Турьшев, Ю. И. Лукьянов. – Владимир : ВГПИ, 1980. – 98 с.
  168. Усенков, Д. Ю. Использование электронных образовательных ресурсов в учебном процессе [Текст] / Д.Ю. Усенков // Информатика и образование : Научно-методический журнал. – 2003. – №6. – С. 93-96
  169. Усова А.В. Систематизация и обобщение знаний учащихся в процессе обучения. / А.В. Усова. – Челябинск : ЧДПУ, 1998



170. Философский словарь / Под ред. Фролова И.Т. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Политиздат, 1991. – 560с.
171. Фізика – 7. Педагогічний програмний засіб. [Електронний ресурс] – К.: Квazar-Мікро, 2003.
172. Фізика [Текст] : 7-9 кл. : навч. прогр. для загальноосвіт. навч. закладів / О. І. Ляшенко [та ін.] // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. – N 6. – С. 2-13.
173. Фізика. Астрономія: Проб. підруч. для 7 кл. серед. шк. – 3-те вид., допрац. / О.І.Бугайов, М.Т.Мартинюк, В.В.Смолянець. – К.: Освіта., 1999. – 287 с.
174. Фізика: Підручник для 10 класу загальноосвітніх навчальних закладів (профільний рівень) / Т. М. Засєкіна, М. В. Головка. – К.: «Педагогічна думка», 2010. – 304 с.
175. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А.В. Хуторской / Доклады 4-й Всероссийской дистанционной педагогической конференции "Обновление российской школы" (26 августа – 10 сентября 2002 г.). – <http://www.eidos.ru/conf/>
176. Хуторской А.В. Модернизация образовательного процесса в начальной, основной и старшей школе: варианты решения / А.В. Хуторской. Под редакцией Каспржака А.Г., Ивановой Л.Ф. – М, 2004, 415 с.
177. Шарко В. Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти [Текст] / В. Д. Шарко ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова, Херсонський держ. ун-т. - Херсон : ХДУ, 2006. - 400 с.
178. Шахмаев Н. М. Физический эксперимент в средней школе, Механика. Молек. физика. Электродинамика / Шахмаев Н.М., Шилов В.Ф. – М., Просвещение, 1989. – 235 с.
179. Швырев В.С. Научное познание и принцип деятельности. / В.С. Швырев – М.: Наук, 1984.
180. Шевчук В. П. Методика застосування мультимедійних комплексів на уроках фізики в сучасній загальноосвітній школі. /В.П. Шевчук // Наукові записки

- Рівненського державного гуманітарного університету. Випуск 12. Теорія і методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін. – 2009. – С. 47-52.
181. Шлыкова О.В. Культура мультимедиа: Учеб. пособие для студ. вузов / О.В. Шлыкова. – М.: Фаир-Пресс, 2004. – 415 с.
182. Шут М.І. Застосування до навчання фізики складових сучасного навчального середовища / М.І.Шут, В.В.Лапінський // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини / гол. ред.: Мартинюк М.Т. – Умань : СПД Жовтий, 2008. – Ч. 2. – С. 306-317.
183. Шут М. І. Теоретико-методичні засади реалізації фізичної компоненти нового державного стандарту базової і повної середньої освіти [Текст] / М. І. Шут, М. Т. Мартинюк, Л. Ю. Благодаренко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. : Педагогічна, 2013. т.Вип. 19.-С.135-138
184. Шут М. І. «Мова» фізики: [довідковий навчальний посібник] / Шут М. І., Бережний П. В., Касперський А. В. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. – 37с.
185. Шут М. І. Психолого-педагогічні основи розуміння фізики / М. І. Шут, В. П. Сергієнко // Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії: Зб. наук. праць.- Кам.-Под, 2003.-Вип.9- С.52-54.
186. Шут Н.И. Дидактические принципы внедрения современных технологий обучения / Шут Н.И., Касперский А.В. // Образовательные технологии : межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж: Воронежский государств. пед. ун—т, 2001. – Вып. 7. – С.233—236.
187. Эвенчик Э. Е. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] : пособие для учителя. Механика / Э. Е. Эвенчик. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Просвещение, 1986. – 240 с.
188. Designing web usability. The practice of simplicity. Book by Jakob Nielsen, New

- Riders Publishing, Indianapolis, 1999. ISBN 1-56205-810-X. – <http://www.useit.com/jakob/webusability/> (18.02.2011)
189. Hunter M. Teaching trade how to promote teaching efficiency at primary and secondary school, in colleges and universities / Medlin Hunter // Californian university, Los Angeles, 1999. [Электронный ресурс]. Режим доступа : [www.istok.ru/learn-n-teach/Hunter/](http://www.istok.ru/learn-n-teach/Hunter/).
190. Issing Ludwig J. Information Und Lernen Mit Multimedia Und Internet by / Ludwig J. Issing, Paul Klimsa / Weinheim, 1995. [Электронный ресурс]. Режим доступа : [http://www.goodreads.com/author/show/1429615.-Ludwig\\_J\\_Issing](http://www.goodreads.com/author/show/1429615.-Ludwig_J_Issing).
191. Knowlton N. SMART Board Interactive Whiteboard – Built to Last / Nency Knowlton // SMART Technologies Inc, 2005. [Электронный ресурс]. Режим доступа : [www.smarttech.com](http://www.smarttech.com).
192. Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media / Mayer, R. E. // Learning and Instruction. – №13. – P. 125-139.
193. SMART Board Software for Windows 98, 2000, ME, XP and Windows NT [Текст]: руководство пользователя. – SMART Technologies Inc.
194. SMARTBoard, SMART Board Interactive Whiteboard. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.smartboard.ru>.

## ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1.

## Опис рівнів повноти та глибини розуміння учнями навчального матеріалу

Параметр	Рівень розуміння			
	I рівень (впізнавання)	II рівень (репродукування)	III рівень (продуктивної діяльності)	IV рівень (трансформації)
<b>Глибина</b>	<p>Виділення несуттєвих ознак і властивостей об'єкта.</p> <p>Відсутність уявлення про ієрархію класів і підкласів, до яких входить об'єкт, що сприймається.</p> <p>Низький рівень оперування абстрактними поняттями.</p> <p>Слабке уявлення області їх застосування.</p>	<p>Виділення тільки частини істотних ознак і властивостей об'єкту, що сприймається.</p> <p>Фрагментарні уявлення про ієрархію класів і підкласів, до яких входить даний об'єкт.</p> <p>Бачення тільки прямої залежності одного об'єкта від іншого.</p> <p>Спроби переходу від об'єкту, що сприймається конкретно, до абстрактних узагальнень.</p> <p>Часткове уявлення про область застосування об'єкту, що сприймається.</p>	<p>Виділення істотних ознак і властивостей об'єкта, що сприймається.</p> <p>З'ясування принципів включення його у класи образів за загальними властивостями й ознаками.</p> <p>Уявлення ієрархії класів і підкласів, до яких входить об'єкт, що сприймається.</p> <p>Перехід від конкретного до абстрактного у тривіальних ситуаціях.</p> <p>Повне уявлення про область застосування об'єкту, що сприймається.</p>	<p>Виділення істотних ознак і властивостей що сприймається об'єкта на різних рівнях.</p> <p>Класифікація образів за загальними властивостями і ознаками.</p> <p>Уявлення складних залежностей одного об'єкта від іншого.</p> <p>Абстрагування (на рівні вікових можливостей).</p> <p>Здатність самостійно визначити область застосування об'єкту, що сприймається.</p>
<b>Повнота</b>	<p>Слабке уявлення про властивості й ознаки об'єкту, що сприймається, без усвідомлення зв'язків і відношень між ними.</p> <p>Слабке уявлення про можливі форми й види представлення об'єкта, що сприймається.</p>	<p>Виділення неповного обсягу ознак і властивостей об'єкту, що сприймається (не менше 60% до еталону), часткове встановлення зв'язків між ними.</p> <p>Уявлення тільки частини форм і видів представлення</p>	<p>Виділення істотних ознак і властивостей об'єкту, що сприймається за зразком, встановлення зв'язків і відношень між ними.</p> <p>Уявлення форм і видів представлення об'єкту, що</p>	<p>Виділення істотних ознак об'єкту, що сприймається, об'єднання їх у систему.</p> <p>Уявлення форм і видів представлення об'єкту, що сприймається.</p> <p>Уміння навести цілий клас конкретних прикладів подібних</p>

	Відсутність уявлень про структуру складного об'єкта.	об'єкту. Слабке уявлення структури складного об'єкта.	сприймається за зразком. Уміння наводити конкретні приклади подібних об'єктів. Уміння складний об'єкт розбити на більш прості об'єкти.	об'єктів. Уміння складний об'єкт розбити на простіші та об'єднати прості об'єкти у складну структуру.
--	--	--	---	--

## Джерела демонстраційних матеріалів з механіки

<b>Мультимедійні курси фізики:</b>	
«Фізика-7», «Фізика-8», «Фізика-9» і ін. (Інститут педагогіки АПН України й корпорація «Квазар Мікро»)	Орієнтовані на роботу за схемою «1 ПК – 1 учень» Під час колективної організації навчальних занять виникають суттєві труднощі, пов'язані з тим, що інформаційні об'єкти зберігаються на диску в середовищі програмної оболонки, а тому включення їх в урок можливе тільки із застосуванням інтерфейсу, створеного фірмою-розробником. Це унеможлиблює включення зазначених інтерактивних демонстрацій у авторські презентації вчителя. Враховуючи вказані незручності, має місце тенденція відмови педагогів від застосування мультимедійних курсів у варіанті, запропонованому розробниками, та використання останніх, переважно, як джерела статичних ілюстрацій у створенні власних презентацій.
ППЗ «Фізика 8 клас» (Нова школа)	
«1С: Репетитор. Фізика»	
«Живая физика» (Інститут нових технологій в освіті)	
«Открытая физика. Часть I. Механика. Термодинамика. Механические колебания и волны». (ООО «Физикон»)	
<b>Електронні збірки та енциклопедії:</b>	
ППЗ «Бібліотека електронних наочностей "Фізика 7-9"» ("Квазар-Мікро")	Матеріали цих джерел (малюнки, фотографії, відео- і аудіо-файли, флеш-анімації, інтерактивні моделі) доступні безпосередньо без застосування спеціальних інтерфейсних програм. Це дозволяє включити ці демонстрації в мультимедійну презентацію вчителя та позбавляє необхідності у звертанні до оригінальних дисків, зменшуючи час переходу від одного матеріалу до іншого та не порушуючи темпу уроку.
Методичний комп'ютерний посібник «Електронний конструктор уроку. Фізика 8 клас» (видавнича група «Основа»)	
Освітній комплекс «Фізика, 7-11 кл. Бібліотека наочних посібників». («1С:Школа»)	
«Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия» («Кирилл и Мефодий». БЭКМ)	
<b>Інтернет-ресурси для уроку фізики (деякі).</b>	
<a href="http://schools.techno.ru/sch1567/metodob/index.htm">http://schools.techno.ru/sch1567/metodob/index.htm</a>	Віртуальне методичне об'єднання учителів фізики, астрономії і природознавства
<a href="http://shodennik.ua/">http://shodennik.ua/</a>	Всеукраїнська безкоштовна освітня мережа, створена за підтримки Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
<a href="http://fizika.net.ua">http://fizika.net.ua</a>	Сайт вчителів фізики
<a href="http://sp.bdpu.org/">http://sp.bdpu.org/</a>	Шкільна фізика (Бердянський державний педагогічний університет)
<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>	Єдина колекція освітніх цифрових ресурсів
<a href="http://somit.ru/karta.htm">http://somit.ru/karta.htm</a>	сайт "Фізика в анімаціях"

Розрахунки  $\varphi^*$  - критерію Фішера

Таблиця В.1

Розрахунок максимальної різниці накопичених частот у розподілах балів експериментальної та контрольної груп восьми класів до початку експерименту

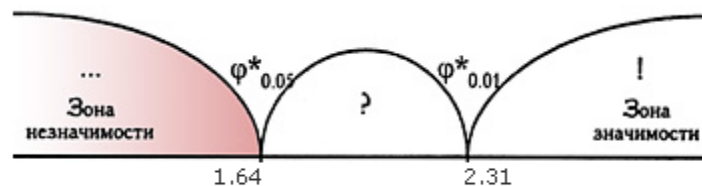
Бали	Емпіричні частоти		Емпіричні частоти		Накопичені емпіричні частоти		Різниця $\sum f^*1 - \sum f^*2$
	f1	f2	f*1	f*2	$\sum f^*1$	$\sum f^*2$	
1	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	4	7	0,021	0,034	0,021	0,000	0,021
3	9	10	0,048	0,049	0,070	0,083	0,014
4	19	22	0,102	0,108	0,171	0,191	0,020
5	21	25	0,112	0,123	0,283	0,314	0,030
6	27	27	0,144	0,132	0,428	0,446	0,018
7	28	29	0,150	0,142	0,578	0,588	0,011
8	26	28	0,139	0,137	0,717	0,725	0,009
9	25	24	0,134	0,118	0,850	0,843	0,007
10	16	16	0,086	0,078	0,936	0,922	0,014
11	8	9	0,043	0,044	0,979	0,966	0,013
12	4	7	0,021	0,034	1,000	1,000	0,000
Сума	187	204	1,000	1,000			

Таблиця В.2

Розрахунок критерію  $\varphi^*$  при порівнянні розподілів частот результатів контрольної роботи з механіки у контрольних і експериментальних групах восьми класів до початку експерименту

Група	"є ефект" 5-12 балів		"немає ефекту" 1-4 балів		Всього
Е.Г.	107	57,2%	80	42,8%	187
К.Г.	113	55,4%	91	44,6%	204
Всього	220		171		391

$$\varphi^*_{емп} = 0,356 \text{ (для рівня значущості } 0,05)$$



Оскільки,  $\varphi^*_{емп} < \varphi^*_{кр}$ , то відмінності в розподілах частот рівнів навчальних досягнень учнів контрольних і експериментальних груп статистично недостовірні.

Таблиця В.3

**Розрахунок максимальної різниці накопичених частот у розподілах балів експериментальної та контрольної груп десятих класів до початку експерименту**

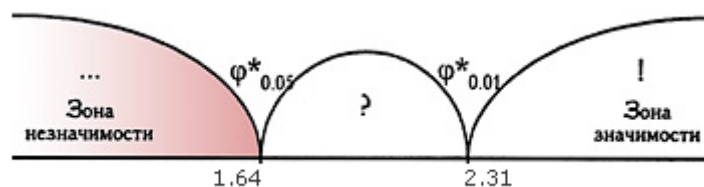
Бали	Емпіричні частоти		Емпіричні частоти		Накоплені емпіричні частоти		Різниця $\sum f^{*1} - \sum f^{*2}$
	f1	f2	f*1	f*2	$\sum f^{*1}$	$\sum f^{*2}$	
1	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	4	2	0,020	0,010	0,020	0,000	0,020
3	10	11	0,051	0,058	0,071	0,068	0,003
4	18	21	0,092	0,110	0,163	0,178	0,015
5	24	26	0,122	0,136	0,286	0,314	0,028
6	34	28	0,173	0,147	0,459	0,461	0,002
7	35	35	0,179	0,183	0,638	0,644	0,006
8	32	28	0,163	0,147	0,801	0,791	0,010
9	16	18	0,082	0,094	0,883	0,885	0,002
10	11	10	0,056	0,052	0,939	0,937	0,002
11	8	9	0,041	0,047	0,980	0,984	0,005
12	4	3	0,020	0,016	1,000	1,000	0,000
Сума	196	191	1,000	1,000			

Таблиця В.4

**Розрахунок критерію  $\varphi^*$  при порівнянні розподілів частот результатів контрольної роботи з механіки у контрольних і експериментальних групах десятих класів до початку експерименту**

Група	"є ефект" 5-12 балів		"немає ефекту" 1-4 балів		Всього
Е.Г.	164	83,7%	32	16,3%	196
К.Г.	157	82,2%	34	17,8%	191
Всього	321		66		387

$$\varphi^*_{емп} = 0,384 \text{ (для рівня значущості 0,05)}$$



Оскільки,  $\varphi^*_{емп} < \varphi^*_{кр}$ , то відмінності в розподілах частот рівнів навчальних досягнень учнів контрольних і експериментальних груп статистично недостовірні.



Таблиця В.5

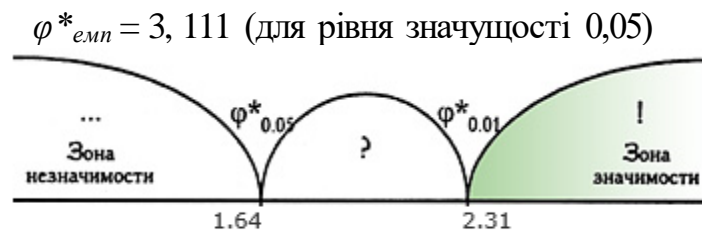
**Розрахунок максимальної різниці накопичених частот у розподілах балів експериментальної та контрольної груп восьми класів за результатами експерименту**

Бали	Емпіричні частоти		Емпіричні частоти		Накопичені емпіричні частоти		Різниця $\Sigma f^{*1} - \Sigma f^{*2}$
	f1	f2	f*1	f*2	$\Sigma f^{*1}$	$\Sigma f^{*2}$	
1	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	3	7	0,016	0,034	0,016	0,000	0,016
3	7	10	0,037	0,049	0,053	0,083	0,030
4	11	21	0,059	0,103	0,112	0,186	0,074
5	17	26	0,091	0,127	0,203	0,314	0,111
6	18	28	0,096	0,137	0,299	0,451	0,152
7	27	30	0,144	0,147	0,444	0,598	0,154
8	32	27	0,171	0,132	0,615	0,730	0,115
9	39	24	0,209	0,118	0,824	0,848	0,025
10	15	17	0,080	0,083	0,904	0,931	0,028
11	10	8	0,053	0,039	0,957	0,971	0,013
12	8	6	0,043	0,029	1,000	1,000	0,000
Сума	187	204	1,000	1,000			

Таблиця В.6

**Розрахунок критерію  $\varphi^*$  при порівнянні розподілів частот результатів контрольної роботи з механіки у контрольних і експериментальних групах восьми класів за результатами експерименту**

Група	"є ефект" 7-12 балів		"немає ефекту" 1-6 балів		Всього
Е.Г.	131	70,1%	56	29,9%	187
К.Г.	112	54,9%	92	45,1%	204
Всього	243		148		391



Оскільки,  $\varphi^*_{емп} > \varphi^*_{кр}$ , то відмінності в розподілах частот рівнів навчальних досягнень учнів контрольних і експериментальних груп статистично достовірні.

Таблиця В.7

**Розрахунок максимальної різниці накопичених частот у розподілах балів експериментальної та контрольної груп десятих класів за результатами експерименту**

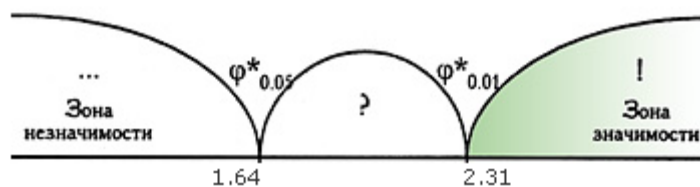
Бали	Емпіричні частоти		Емпіричні частоти		Накопичені емпіричні частоти		Різниця $\Sigma f^*1 - \Sigma f^*2$
	f1	f2	f*1	f*2	$\Sigma f^*1$	$\Sigma f^*2$	
1	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0	1	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
3	7	16	0,036	0,084	0,036	0,089	0,053
4	11	22	0,056	0,115	0,092	0,204	0,112
5	17	25	0,087	0,131	0,179	0,335	0,157
6	24	23	0,122	0,120	0,301	0,455	0,154
7	35	37	0,179	0,194	0,480	0,649	0,170
8	34	30	0,173	0,157	0,653	0,806	0,153
9	32	16	0,163	0,084	0,816	0,890	0,074
10	17	10	0,087	0,052	0,903	0,942	0,039
11	10	8	0,051	0,042	0,954	0,984	0,030
12	9	3	0,046	0,016	1,000	1,000	0,000
Сума	196	191	1,000	1,000			

Таблиця В.8

**Розрахунок критерію  $\varphi^*$  при порівнянні розподілів частот результатів контрольної роботи з механіки у контрольних і експериментальних групах десятих класів за результатами експерименту**

Група	"є ефект" 7-12 балів		"немає ефекту" 1-6 балів		Всього
Е.Г.	137	69,9%	59	30,1%	196
К.Г.	104	54,5%	87	45,5%	191
Всього	241		146		387

$$\varphi^*_{емп} = 3,137 \text{ (для рівня значущості 0,05)}$$



Оскільки,  $\varphi^*_{емп} > \varphi^*_{кр}$ , то відмінності в розподілах частот рівнів навчальних досягнень учнів контрольних і експериментальних груп статистично достовірні.