

Заболотний В.Ф.
Мисліцька Н.А.
Моклюк М.О.
Гулівата І.О.
Сільвейстр А.М.

**ОКРЕМІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНОМУ
УНІВЕРСИТЕТІ ЗАСОБАМИ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Монографія

Вінниця, 2013.

УДК 378.637.016:53:004.032.6(043.3)
ББК 222.3я72
3 53

DOI:[https://doi.org/10.31652/378.637.016:53:004.032.6\(043.3\)-1-262](https://doi.org/10.31652/378.637.016:53:004.032.6(043.3)-1-262)

Рецензенти:

Сметанський М. І., доктор педагогічних наук, професор кафедри педагогіки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Касперський А. В., доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри технічної фізики та математики НПУ імені М.П.Драгоманова;

Мендерецький В. В., доктор педагогічних наук, доцент кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

*Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського
(протокол № 1 від 29 серпня 2013 року)*

Заболотний В.Ф.

3 53 Окремі аспекти удосконалення методичної підготовки учителя фізики у педагогічному університеті засобами освітніх технологій: монографія / В.Ф.Заболотний, Н.А.Мисліцька, М.О.Моклюк, І.О.Гулівата, А.М.Сільвейстр. – Вінниця, 2013.- 262 с.

У монографії проаналізовано сучасний стан використання мультимедійних засобів та методів для методичної підготовки учителя фізики у педагогічному університеті засобами освітніх технологій. Вперше з позицій інформаційних технологій навчання розглядається системний підхід до формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики. Обґрунтовано потребу застосування мультимедійних засобів та методів навчання для проектування освітнього середовища з методики навчання фізики. Значна увага приділена розробці та використанню демонстраційних комп'ютерних моделей під час вивчення загального і теоретичного курсів фізики та методики навчання фізики.

Для науково-педагогічних працівників, учителів, студентів та магістрантів.

© В.Ф.Заболотний, Н.А.Мисліцька,
М.О.Моклюк, І.О.Гулівата,
А.М.Сільвейстр, 2013

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
Розділ 1. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІА	8
1.1. Предметно-освітня підготовка в системі формування фізичних знань курсу загальної фізики з використанням мультимедіа	8
1.2. Застосування мультимедіа-технологій під час організації вивчення теоретичного курсу фізики	28
1.3. Методика організації лекційного заняття «Рівняння Лагранжа II роду» в традиційному виконанні та у мультимедійному представленні	36
1.4. Методичні особливості організації практичних занять у вищій школі з використанням мультимедіа-ресурсів	44
1.5. Мультимедійні засоби та методи навчання в системі організації самостійної роботи студентів з формування предметної компетентності	48
Список використаних джерел до розділу 1	54
Розділ 2. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ	56
2.1. Демонстраційні комп'ютерні моделі в системі засобів формування фізичних понять рівномірного руху	56
2.2. Методичні особливості вивчення нерівномірного руху	65
2.3. Комп'ютерні моделі для формування понять про векторні фізичні величини	80
2.4. Методика формування відносності руху в механіці засобами мультимедіа	86
2.5. Формування понять про графічні залежності кінематичних величин	96
2.6. Дидактичні функції комп'ютерного моделювання для вивчення руху тіла під дією сили тяжіння	102
Список використаних джерел до розділу 2	110
Розділ 3. ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИКА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ	112
3.1. Теоретичні аспекти використання елементів дистанційних технологій у навчальному процесі з фізики	114
3.2. Проблеми та перспективи використання елементів дистанційних технологій у навчанні фізики	135

3.3.	Навчальні матеріали для дистанційного навчання та їх методичний аналіз	139
3.4.	Особливості методики роботи з дистанційним навчальним курсом для вивчення розділів квантової оптики та фізики атома і атомного ядра	153
3.5.	Методика організації позакласної роботи з фізики з використанням елементів дистанційних технологій	162
	Список використаних джерел до розділу 3	169
Розділ 4.	МУЛЬТИМЕДІА ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ПРОСТОРОВОЇ УЯВИ ТА ФОРМУВАННЯ УМІНЬ УЧНІВ ВИКОНАННЯ ПОБУДОВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ	173
4.1.	Система вправ для розвитку просторової уяви	173
4.2.	Розв'язування стереометричних задач на побудову засобами мультимедіа	178
4.3.	Використання засобів мультимедіа для побудови перерізів опуклих многогранників площиною.	184
4.4.	Використання засобів мультимедіа для побудови плоских перерізів тіл обертання	206
	Список використаних джерел до розділу 4	223
Розділ 5.	АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ВИВЧЕННЯ НОВОГО НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ З ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРА	225
5.1.	Методика застосування інформаційних технологій під час вивчення нового матеріалу з електродинаміки в загальноосвітній школі	225
5.2.	Педагогічні програмні засоби та педагогічні програмні розробки для вивчення уроків фізики з використанням комп'ютера	258
	Список використаних джерел до розділу 5	260

ПЕРЕДМОВА

Приєднання України до Болонського процесу означає перехід національних освітніх систем до єдиних критеріїв і стандартів при одночасному збереженні традицій і досягнень української вищої школи. Національна доктрина розвитку освіти в Україні ставить завдання зі створення умов для особистісного розвитку і творчої самореалізації кожного громадянина. Розвиток суспільства, динамізм життя, складність проблем, які постали перед суспільством призвели до необхідності зміни парадигми освіти. Спрямовання сучасної освіти в русло суб'єктно-діалогової парадигми як методологічної основи технологій навчання учнів загальноосвітніх навчальних закладів вимагає виділити формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики в ряд пріоритетних напрямків їх фахової підготовки. Компетентнісний підхід задає принципово нову спрямованість процесу вивчення методики навчання фізики у вищих педагогічних навчальних закладах. Провідним напрямком стає побудова фахової підготовки не лише як академічної, орієнтованої на передачу нових знань, а й контекстної, під час якої студента навчають відшуковувати ці знання і застосовувати їх в ситуаціях близьких до реальних практичних ситуацій. Важливу роль у компетентнісній підготовці майбутнього вчителя фізики відіграє комплексне використання сучасних дидактичних засобів навчання, зокрема мультимедіа, у поєднанні з традиційними методиками. При цьому ефективність розвитку мислення та формування мотивації до навчально-пізнавальної діяльності мають спрямування під час навчання фізики за принципом «від загального до конкретного», а використання засобів наочності згідно з принципом «від абстрактного до конкретного». Якщо загальні теоретичні питання компетентнісного підходу ґрунтовно розроблені в працях В.У. Байденко, С.У. Гончаренка, В.Р. Ільченко, О.І. Ляшенка, Є.В. Коршака, О.В. Овчарук, О.Я. Савченко, А.В. Хуторського та ін., то реалізація його у підготовці майбутнього вчителя фізики перебуває в стадії становлення. Впровадження у навчальний процес інтерактивних методів навчання потребує розробки методики використання інноваційних технологій для підготовки висококваліфікованого фахівця. Аналіз науково-педагогічної та методичної літератури засвідчує те, що існує проблема в питаннях фахової підготовки вчителя фізики у рамках компетентнісного підходу, що пов'язана з необхідністю вдосконалення змісту, форм і методів навчання на засадах застосування сучасних дидактичних засобів. Одним із важливих завдань сьогодення, що постає перед учителем, є вимога уміння ефективного використання мультимедійних технологій у своїй фаховій діяльності. Таке застосування має бути активним, тобто під час професійної діяльності вчитель фізики не лише репродукує відомі розробки, а й виступає як активний учасник створення нових або модернізації раніше використовуваних дидактичних засобів. Дидактична значущість процесів мультимедіа-візуалізації проявляється перш за все у реалізації принципу наочності на якісно новому рівні. Зокрема, створення дидактичної комп'ютерної моделі на базі реального фізичного

експерименту дає можливість створити більш прогресивне відтворююче середовище, в якому саме відображення навчального об'єкта, його наочне інтерактивне моделювання, графічне представлення, гіперархітектура забезпечують повною мірою як глибину висвітлення фізичного явища (процесу), так і врахування особистісно-орієнтованого розвиваючого характеру навчання. Мультимедіа властива більша інформаційна щільність, поєднання понятійного і наочного, що органічно залучає до процесу пізнання одночасно вербальне і образне мислення. Підготовка вчителя фізики у педагогічних університетах була предметом наукових досліджень П.С. Атаманчука, О.І. Бугайова, Г.Ф. Бушка, В.П. Вовкотруба, С.У. Гончаренка, О.І. Іваницького, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.В. Мендерецького, В.І. Нечета, Ю.М. Орищина, О.В. Сергєєва, В.П. Сергієнка, М.І. Шута. Поліаспектність підготовки вчителя фізики до практичної діяльності відображено у наукових працях П.С. Атаманчука, Б.Є. Будного, С.П. Величка, А.В. Касперського, М.Т. Мартинюка, А.І. Павленка, М.І. Садового, В.Д. Сиротюка, Б.А. Суся, М.І. Шута (предметна підготовка); В.Ю. Бикова, Ю.О. Жука, О.І. Іваницького, В.Г. Петрук, Ю.А. Пасічника (інформаційна компетентність та технології навчання); Н.С. Пуришевої, В.О. Ільїна, П.І. Самойленка (використання мультимедіа-візуалізації презентаційного характеру, організація мультимедійних лекцій). Сьогодні актуальною є проблема підготовки майбутнього вчителя фізики до застосування мультимедіа з метою формування особистості, здатної до засвоєння знань за власною навчальною траєкторією, що вміє відшуковувати і відфільтровувати наукову інформацію від псевдонаукової, застосовувати набуті знання, уміння та навички у власній практичній діяльності. Застосування мультимедіа під час навчання фізики має суттєво вплинути на підвищення рівня розвитку образного мислення і водночас призведе до зміни співвідношення між ним і понятійним мисленням. Важливо, що під час таких змін не передбачається пониження значущості вербально-логічного рівня наукового пізнання. При цьому, методи візуалізації інформації сприятимуть гармонічному розвитку когнітивних здібностей особистості студента. Отже, компетентнісний підхід пропонується як альтернатива накопичення обсягу абстрактно-теоретичних знань. Аналіз наукових досліджень та публікацій з досліджуваної теми, досвіду роботи у педагогічному університеті надав можливість виявити, що в системі підготовки вчителя фізики існують окремі протиріччя, зокрема:

- між існуючою уніфікованою системою підготовки майбутнього вчителя фізики й індивідуально-творчим характером його діяльності;
- між процесом упровадження мультимедійних технологій і методів навчання та необхідністю збереження традиційних методик організації навчальної діяльності;
- між рівнем розробки наукових знань про ефективні методи, прийоми та способи організації навчального процесу і практичною готовністю до використання мультимедійних дидактичних засобів;
- між необхідністю кардинального переходу від ілюстративно-пояснювального методу до діяльнісного функціонально-цільового,

розрахованого на розвиток пізнавального інтересу і творчого потенціалу майбутнього вчителя фізики.

Вказані вище окремі протиріччя надали можливість, певною мірою, сформулювати проблему дослідження, а саме: з урахуванням яких дидактичних засад слід організовувати навчальний процес підготовки майбутнього вчителя фізики, щоб забезпечити цілеспрямовану методичну компетентнісну підготовку у відповідності до вимог сучасної системи освіти.

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІА

1.1. Предметно-освітня підготовка в системі формування фізичних знань курсу загальної фізики з використанням мультимедіа

Предметна підготовка вчителя фізики у педагогічних університетах починається з вивчення курсу загальної фізики. Цей курс займає перше місце за своїм значенням у системі вивчення фізики так як є фундаментом, на який опирається вся фізична освіта. За своїм змістом він відображає експериментальну фізику і тому вчить використанню у пізнанні оточуючого світу спостереження і фізичного експерименту з реальними об'єктами та отримання за результатами узагальнення певних закономірностей у вигляді законів, принципів, теорій.

Структура курсу вибудовується так, щоби процес навчання був максимально наближений до процесу наукового дослідження. Саме тому програму курсу загальної фізики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського скомпонована таким чином, що передбачає спочатку розгляд (вивчення) динамічних теорій (основи механіки, силові поля, колювання і хвилі), а потім – імовірнісних (основи квантової механіки, молекулярна фізика, фізика атома і атомного ядра).

За обсягом і змістом – це найбільший курс, вивчення якого традиційно будується на основі поєднання лекційних, лабораторно-семінарських, практичних занять з розв'язування фізичних задач, самостійної роботи студентів, пошукових курсових завдань та дипломних дослідницьких робіт.

Методична і фахова підготовка студентів фізико-математичних факультетів педагогічних університетів суттєво залежить від глибини засвоєння курсу загальної та теоретичної фізики. Перед курсом фізики як базовою дисципліною в природничо-науковому блоці стоять три взаємопов'язані задачі: освітня, розвивальна виховна. Слідом за ним вивчається курс теоретичної фізики, який висвітлює плідність аналітичних методів у науковому пізнанні, теоретичних моделей і узагальнень, наукової інтуїції. Завершується підготовка майбутнього вчителя фізики вивченням методів, прийомів і способів методики навчання фізики учнів, елементи якої застосовуються під час проведення педагогічної практики.

Професійно-педагогічне спрямування навчального процесу вказує на необхідність дотримання певного балансу між циклом психолого-педагогічних і спеціальних дисциплін. Не викликає сумніву теза про те, що не може бути хорошого учителя без глибоких знань психології і педагогіки, так і не може бути висококласного фахівця без фундаментальних знань свого предмету.

Зауважимо, що як один з недоліків в системі підготовки шкільного учителя

дослідники відзначають не вільне володіння ним предметом, як в методичному так і в науковому планах [1].

Підкреслюючи важливу роль психолого-педагогічної підготовки, не слід забувати про провідну роль спеціальної підготовки. У зв'язку з цим викликає певну насторогу тенденція до кількісного розширення циклу психолого-педагогічних дисциплін за рахунок циклу фізико-математичних.

Варто мабуть, проблему розв'язувати не за рахунок механічного перерозподілу навчального часу, а шляхом активного пошуку прийомів і способів організації навчального процесу, шляхом інтенсифікації і оптимізації його, підвищення інформативності та якості навчальних досягнень, звільнення викладання від елементів схоластики. На наш погляд, одним із шляхів, що реалізовує вказані вимоги, є використання мультимедійних засобів і методів навчання на лекційних, семінарських, лабораторних заняттях, під час проведення самостійної роботи. Зосередимось на системному підході до застосування засобів мультимедіа під час навчального процесу з фізики.

Основною формою і методом навчання у вищій школі з часу її заснування практикується лекція.

Слово «лекція» має латинське походження, *lectio* – читання. На різних історичних етапах розвитку вищих навчальних закладів ефективність лекцій і оцінка їх істотно змінювались. У монографіях Г.Ф.Бушка, Б.С.Колупаєва, Є.В.Венгера [3, с.375], [4, с.371] дається короткий екскурс в історію становлення цієї форми навчання у вищій школі, розпочинаючи з першої російськомовної лекції М.В.Ломоносова, яку він виголосив 20 червня 1746 року.

Сучасники під лекцією розуміють розвернутий, тривалий і систематичний виклад суті тієї чи іншої проблеми. В її основі лежить теоретичне узагальнення, а конкретні факти слугують ілюстраціями або вихідним матеріалом [10].

Лекційна форма - найбільш ефективний спосіб повідомлення інформації, у зв'язку з тим, що забезпечує оптимальну творчу взаємодію лектора і слухачів. Лекція є найбільш економною формою навчання як з огляду часу і економії сил студента, так і з огляду використання науково-педагогічних кадрів [3]. Під час лекції протягом незначного інтервалу часу студент отримує логічну структуровану навчальну інформацію з конкретних питань, ознайомлюється із шляхами і способами здобуття знань та практичним використанням їх.

Лекцію слід розглядати як активний метод навчання. Слухаючи лектора студент виділяє і конспектує основні положення, аналізує досліди та одержані математичні співвідношення між фізичними величинами, жваво реагує не жести, міміку, інтонацію мови лектора. Важливий також виховний вплив лекції, значною мірою обумовлений особистістю викладача. Для майбутнього вчителя суттєвим є такі якості як уміння слухати інших, швидко уловлювати суть висловленого, критично його оцінювати, висловлювати мотивоване судження. Лекція створює значно сильніший психолого-педагогічний вплив на студента, ніж читання підручника.

На сучасному етапі розвитку вищої школи лекція як вид навчання не застаріла, не дивлячись на певні специфічні недоліки, зокрема, відносно

невеликий обсяг інформації, котрий може бути переданий слухачеві за одиницю часу. В цьому відношенні, за обсягом знайдення та отримання інформації з питань навчального матеріалу, лекція поступається комп'ютерній формі знаходження і пошуку інформації. У цьому контексті зазначимо, що не кожен студент має уміння відбору, аналізу, розрізнення якісної наукової інформації від псевдонаукові. Таких умінь його слід навчати, в тому числі і на лекційних заняттях.

У зв'язку з високими темпами розвитку комп'ютерних технологій лекційну форму викладання варто суттєво модернізувати, враховуючи додаткові психологічні фактори, з метою збільшення обсягу навчального матеріалу, який винесений до розгляду на лекції для засвоєння студентами. Інформаційні технології дозволяють організувати вивчення різних наук, фізики зокрема, способами не лише найбільш адекватними їх внутрішній логіці, а й із максимальним залученням до процесу навчання психічних особливостей людини через вплив на різні аналізатори – аудіо, відео, кінестетичні тощо.

Сучасна комп'ютерна техніка надає можливість реалізувати таку форму лекції як мультимедійна лекція [10]. Під цим терміном розуміється такий виклад навчального матеріалу, у якому лектор, передаючи комп'ютеру частину своїх функцій, здійснює вплив на слухачів, підсилюючи його шляхом використання можливостей, що надають йому засоби мультимедіа.

Вкажемо окремі відмінності, що вказують на переваги мультимедійної лекції над традиційною. В останніх засвоєння навчального матеріалу відбувається переважно за рахунок вербальної компоненти. Домінування слова лектора відбувається навіть при найактивнішому використанні лекційних демонстрацій, навчальних таблиць та іншого ілюстративного матеріалу. Під час проведення мультимедійної лекції передбачається переважне засвоєння матеріалу за рахунок комплексного поєднання зорового сприйняття з вербальним поясненням та використанням опорних текстових конспектів. Студент із простого слухача переходить у стан активного глядача, який спостерігає, слухає, здійснює певні нотатки, бере активну участь у спілкуванні з лектором.

Зазначимо, що компетентнісною підготовкою лекторів, яким пред'являються високі вимоги до професійної, предметної, методичної, риторичної, емоційної підготовки, по суті справи займаються не достатньо. Однак, як засвідчує досвід, самовиховання і саморозвиток, основані на відвідуванні занять провідних учених, досвідчених викладачів, прослуховуванні виступів на наукових конференціях тощо, сприяють становленню ораторської майстерності фахівця.

Викладач залишається головною діючою особою і під час проведення мультимедійної лекції. По-перше, під час підготовки до заняття, опираючись на вікові та психолого-педагогічні особливості відповідної групи студентів, лектор вибирає ті мультимедійні засоби, які найкращим чином слугують досягненню цілей конкретної теми (розділу). Коментар матеріалу, що подається, акцентування уваги на головних, найбільш важливих питаннях, висловлення власної науково обґрунтованої думки, дають можливість лектору більше часу

на спілкування з аудиторією, виявляти незрозуміле, одразу ж надавати відповідну допомогу, завдяки гіперпосиланням пригадувати потрібний навчальний, раніше вивчений, але дещо забутий, матеріал застосовувати прийоми і способи збудження інтересу та підвищення зацікавленості до вивчення фізики.

В даний час проблема створення системи навчання на основі мультимедійних засобів супроводження навчальних занять не розв'язана в теоретичному аспекті і не реалізована практично. Мультимедійні лекції вирізняють специфічні вимоги до їх створення і проведення. Не являючись слайд-фільмом і набором ілюстрацій, все ж ілюстрований матеріал є головним під час даної форми проведення лекції. Він komponується таким чином, щоби у ньому був зосереджений основний зміст (ядро) частини знань, що винесені на заняття і при цьому була дотримана логіка викладу, що підсилюється коментарем і в цілому створювати психологічний комфорт співпраці викладач-студент.

Отже, під час створення мультимедійної лекції зростає роль адекватного відбору навчального матеріалу, його змісту, обсягу і якості, що в поєднанні забезпечить досягнення необхідного рівня засвоєння знань. Стосовно методики проведення мультимедійної, то її слід вибудовувати у відповідності до загальнодидактичних вимог, вона має містити оптимальний набір деякої послідовності демонстраційних статичних і динамічних слайд-кадрів, підбір гіперпосилань до них, передбачати моменти звертання, вербального пояснення найбільш важливих питань і положень, передбачати час для проведення записів у конспектах.

Іншими словами, всі новації у організації і проведенні мультимедійної лекції, її форми мають відповідати тим дидактичним вимогам, які виробила педагогічна наука за час свого розвитку [6].

Розглянемо приклад організації лекційних занять з загального курсу фізики з позицій концептуального підходу до формування предметних компетентностей студентів педагогічних університетів. Перший приклад стосується мультимедіа супроводження вивчення теми, другий – організації лекції з елементами контролю навчальних досягнень студента.

Мультимедійна лекція з загальної фізики “Хвильова оптика. Дифракція світла”.

Виклад матеріалу лекції будемо за логічним принципом. Він є більш раціональним і задовольняє вимоги систематичності і послідовності. При цьому вчені-педагоги [4] зауважують, що логічне представлення нового матеріалу потребує історичних ілюстрацій, повсякчасного стикання з дійсністю. Лекція, що читається при активному застосуванні мультимедійних засобів і методів навчання, відповідає всім вимогам дидактики навчання, передбачає використання різної щільності подання навчального матеріалу, наявність різнопланових додаткових та історичних відомостей, і найголовніше – реалізовує візуалізацію фізичних явищ шляхом комп'ютерного моделювання.

Дифракція світла.

Дифракція світла – це явище відхилення напрямку поширення світла від

прямолінійного.

В загальному випадку дифракцію розуміють як порушення законів геометричної оптики, що супроводжується інтерференційними явищами.

У мультимедійному представленні варіанту лекції через гіперпосилання наводимо визначення дифракції в різноаспектних варіантах (рис. 1.1) та аналізуємо їх за глибиною і обсягом у відповідності до вимог теорії та методики навчання.

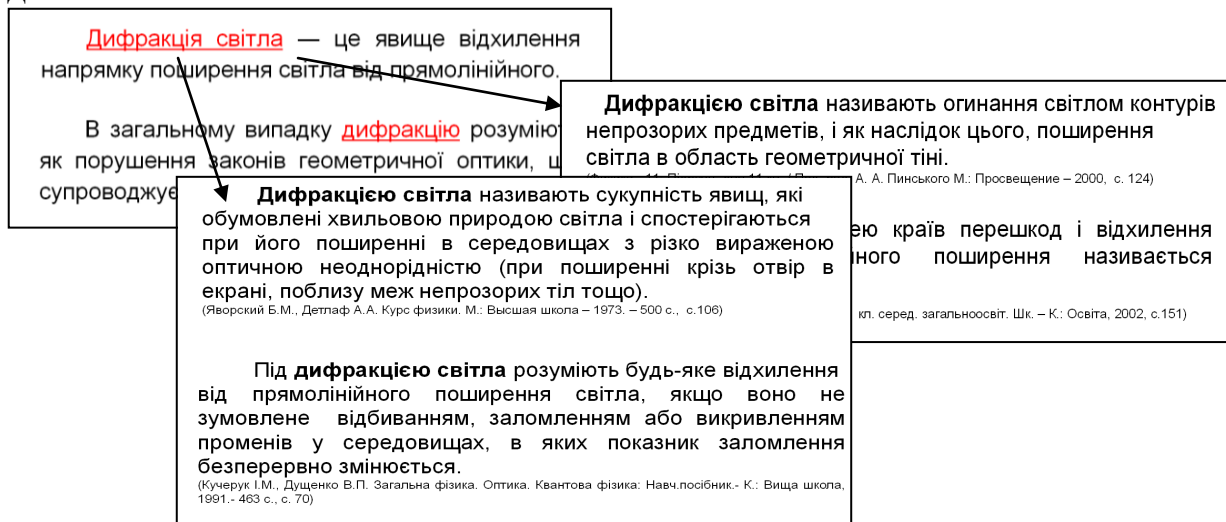


Рис. 1.1. Кадри з електронної презентації “Дифракція світла”.

Перше наукове пояснення явища належить Ф. Гримальді, який описав розмитість тіні від предмета і кольорову полосу в області розмитості.

Саме йому відводиться першість у назві - явище дифракції. Природа і основні принципи дифракції можуть бути встановлені за допомогою принципу Гюйгенса-Френеля. У 1678 р. Гюйгенс сформулював правило, назване принципом, яке дає можливість вказати положення фронту хвилі в момент часу $t + \Delta t$, якщо відоме його положення в момент часу t .

Кожна точка хвильового фронту, до якої дійшла хвиля, являється джерелом однієї із вторинних хвиль (рис. 1.2), а обвідна цих хвиль визначає положення фронту хвилі в наступний момент часу.

При активізації іконки (яка активна в електронній версії лекції) студент має змогу переглянути в динаміці анімаційну демонстраційну модель утворення та поширення вторинних хвиль плоского та сферичного фронту (рис.1.1, 1.2).

При натисканні курсору, наведеного на фрагмент тексту “хвильового фронту” активується підказка, на якій подано означення хвильового фронту. При повторному натисканні курсору, вікно з підказкою зникає з екрана

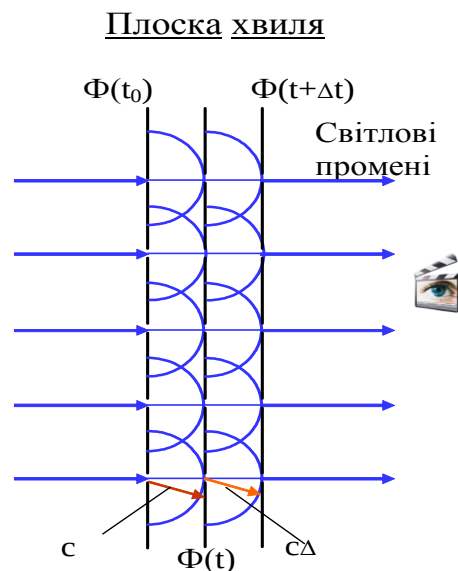


Рис. 1.2. Анімація утворення вторинних хвиль плоскої хвилі

монітора.

Вказуючи на недоліки принципу Гюйгенса, а) не враховується явище інтерференції вторинних хвиль; б) не дозволяє розраховувати амплітуду хвиль, які поширюються в різних напрямках, створюємо передумови для подальшого поглиблення знань про сутність явища та потребу модернізації моделі, яку будемо використовувати з метою трактування відповідних фізичних явищ:

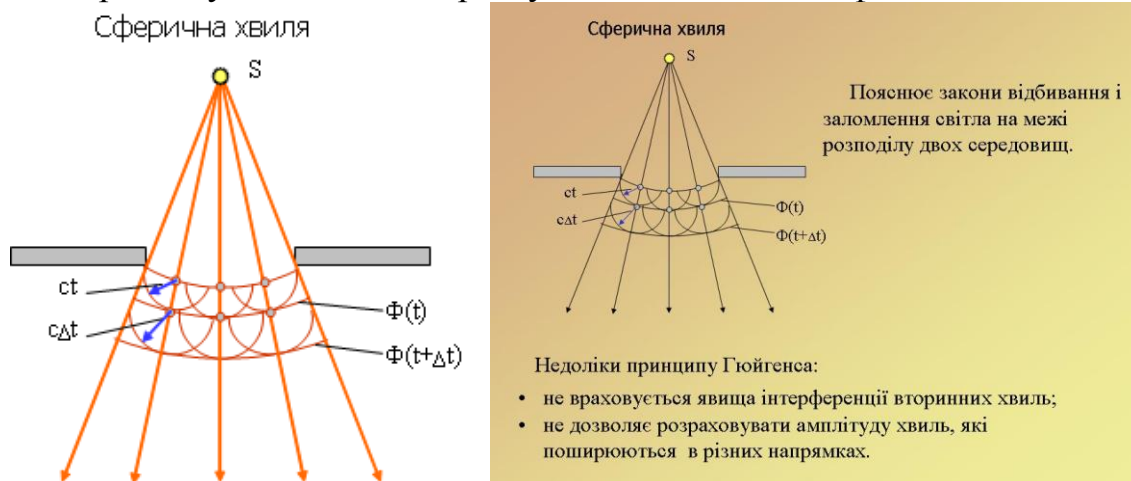


Рис. 1.3. Анімація утворення вторинних хвиль сферичної хвилі

У 1815 р. вказані недоліки ліквідував Френель, доповнивши принцип Гюйгенса уявленнями про когерентність вторинних хвиль і їх інтерференцію.

Доповнений Френелем принцип Гюйгенса має назву принципу Гюйгенса-Френеля, згідно якого збудження в будь-якій точці є результатом інтерференції елементарних вторинних хвиль, які випромінює кожен елемент деякої хвильової поверхні.

У 1815 р. ці недоліки ліквідував **Френель** доповнивши принцип Гюйгенса уявленнями про **когерентність** вторинних хвиль і інтерференції їх між собою.

Доповнений Френелем принцип Гюйгенса називають **принципом Гюйгенса-Френеля**.

Збудження в будь-якій точці є результатом інтерференції елементарних вторинних хвиль, які випромінює кожен елемент деякої хвильової поверхні.

Рис. 1.4. Слайд електронної лекції “Хвильова оптика”.

При активізації гіперпосилання “...принципом Гюйгенса-Френеля” студент має змогу ознайомитись з рядом його положень (рис. 1.5). При активізації слова “когерентність” на екран виводиться вікно, у якому наведено визначення поняття когерентність. Натиснувши курсор, розташований на прізвищі вченого відкривається слайд з історичною довідкою про нього. Зауважимо, що виклад матеріалу за історичним принципом не суперечить логічній побудові, важливо лише, щоб додержання історичного принципу не призвело б до зайвої трати часу та в деякій мірі не відволікало від досягнення поставленої для заняття мети.

Мультимедійні засоби надають можливість лектору вибудовувати складні рисунки до теорії або схеми дослідів у послідовності від простого до складного.

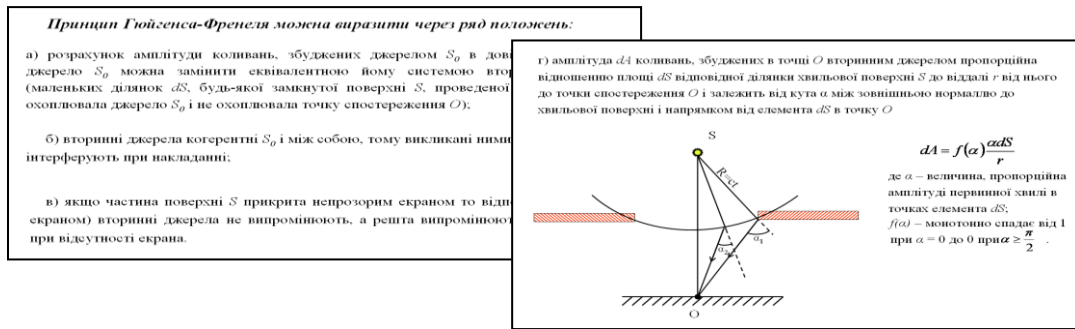


Рис. 1.5. Слайди з презентаційного ряду «Принцип Гюйгенса-Френеля»

Поєднання такої логічної послідовності такого пояснення нового матеріалу та кольорової гами цього представлення забезпечує психічний комфорт візуалізованого сприйняття образу. Вербальний коментар під час лекції посилює ефект усвідомлення суті питання, що розглядається на лекції. У контексті наведеного вище прикладу, зупинимось на формуванні понять про зони Френеля на основі використання мультимедійних засобів навчання.

Зони Френеля

Кожна точка сферичного фронту хвиль розглядається як джерело вторинних хвиль. Хвильову поверхню Φ можна розбити на невеликі за площею кільцеві ділянки – зони Френеля.

Перша зона обмежується точками хвильової поверхні, віддалі від яких до точки спостереження O рівні: $r_1 = r_0 + \frac{\lambda}{2}$

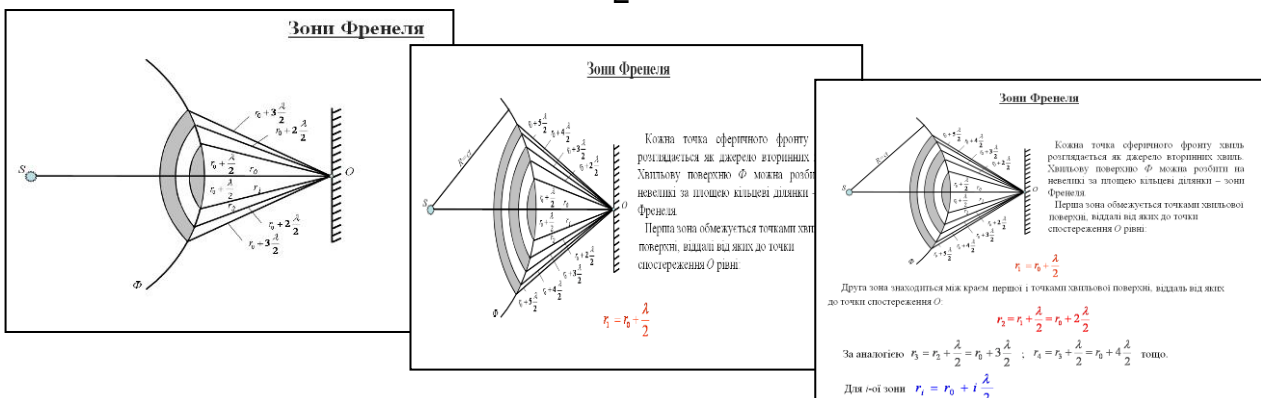


Рис 1.6. Фрагмент ДКМ, на якій демонструється утворення зон Френеля

При активізації іконки (рис. 1.6) студент має змогу переглянути динамічну комп'ютерну модель утворення зон Френеля та визначення відстані до них від екрана (рис.1.7).

Друга зона знаходиться між краєм першої і точками хвильової поверхні, віддалі від яких до точки спостереження O : $r_2 = r_1 + \frac{\lambda}{2} = r_0 + 2 \frac{\lambda}{2}$.

За аналогією $r_3 = r_2 + \frac{\lambda}{2} = r_0 + 3 \frac{\lambda}{2}$; $r_4 = r_3 + \frac{\lambda}{2} = r_0 + 4 \frac{\lambda}{2}$ тощо.

Для i -ої зони $r_i = r_0 + i \frac{\lambda}{2}$

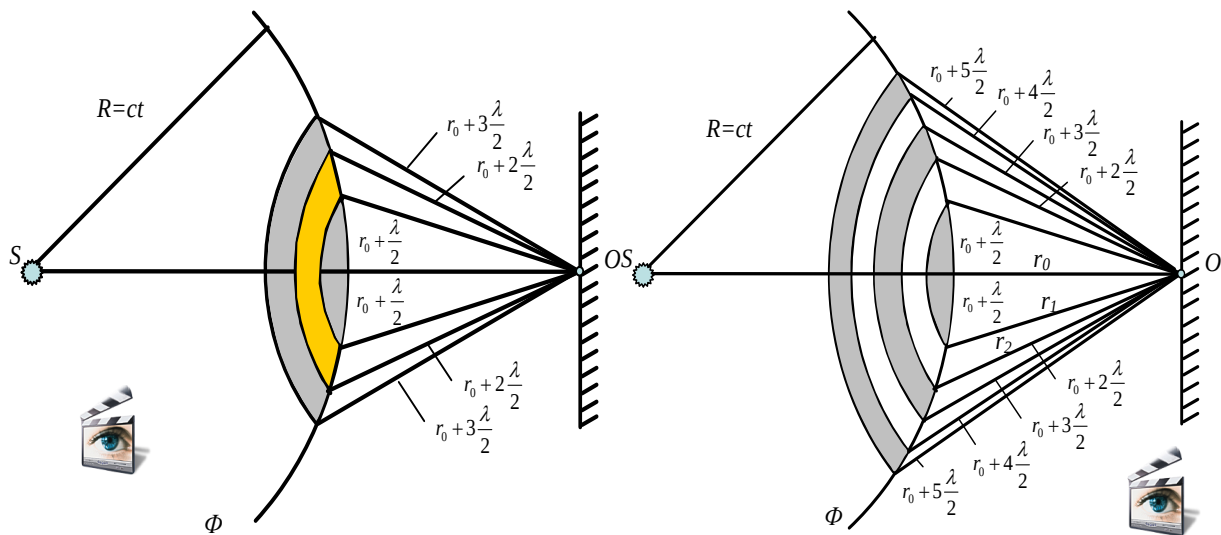


Рис. 1.7. Фрагмент розробленої моделі

Розрахунок площі зон Френеля

Площа поверхні кульового сегмента першої зони Френеля, $i=1$:

$$S_1 = 2\pi R \cdot \frac{r_0 \lambda}{2(R + r_0)} = \frac{\pi R r_0 \lambda}{R + r_0}$$

Площа поверхні кульового сегмента першої та другої зони $S = 2\pi R \cdot 2x = 2S_1$ (рис. 1.7)

Площа другої зони $S_2 = S - S_1 = \frac{\pi R r_0 \lambda}{R + r_0}$

Кожна зона Френеля має площу $S_i = \frac{\pi R r_0 \lambda}{R + r_0}$.

Зони Френеля рівновеликі $S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_i$

Розрахунок площі зон Френеля

Площа поверхні кульового сегмента першої зони Френеля, $i=1$: $S_1 = 2\pi R \cdot \frac{r_0 \lambda}{2(R + r_0)} = \frac{\pi R r_0 \lambda}{R + r_0}$

Площа поверхні кульового сегмента першої та другої зони $S = 2\pi R \cdot 2x = 2S_1$

Площа другої зони $S_2 = S - S_1 = \frac{\pi R r_0 \lambda}{R + r_0}$

Сумарна площа трьох зон $S = 2\pi R \cdot 3x \Rightarrow S_1 = \frac{\pi R r_0 \lambda}{R + r_0}$

Отже, всі зони Френеля мають однакову площу. Зони Френеля рівновеликі.

$S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_i$

Розрахунок площі зон Френеля

x – висота кульового сегмента;
 ρ – зовнішній радіус i -ої зони Френеля.

13 $\triangle \rho_1^2 = R^2 - (R - x)^2$
13 $\triangle \rho_2^2 = \left(r_0 + i \frac{\lambda}{2}\right)^2 - (r_0 + x)^2$

Після перетворень $2Rx = ir_0 \lambda + \frac{\lambda^2}{4} - 2r_0 x$, так як $\lambda \ll R$ та $\lambda \ll r_0$, значенням можна знехтувати.

Висота кульового сегмента $x = \frac{ir_0 \lambda}{2(R + r_0)}$

Площа поверхні кульового сегмента (відомо з геометрії) $S = 2\pi R \cdot x$

Рис. 1.8. Презентація визначення площі зон Френеля

При активізації іконки на рис. 1.8. студент може скористатись ДКМ, щоб навчитись визначення площі зон Френеля. Перейшовши по гіперпосиланню на слайді, студент має можливість повторення матеріалу з математики на визначення площі кульового сегменту, що лежить в основі розрахунку площі зони Френеля.

Метод зон Френеля.

Для спрощення обчислень при визначеності амплітуди хвилі в заданій точці простору Френель запропонував розбивати поверхню фронту хвиль на зони (зони Френеля) так, щоб хвилі від сусідніх зон приходили в точку спостереження у протифазі.

Застосуємо метод зон Френеля для розрахунку дифракції світла (рис.1.9).

Метод зон Френеля.

Для спрощення обчислень при визначеності амплітуди хвилі в заданій точці простору Френель запропонував розбивати поверхню фронту хвиль на зони (зони Френеля) так, щоб хвилі від сусідніх зон приходили в точку спостереження у протифазі.

Застосуємо метод зон Френеля для розрахунку дифракції світла.

Розрізняють два випадки дифракції світла:

1. **Дифракція Френеля**, або дифракція у збіжних променях, коли на перешкоду падає плоска або сферична хвиля, і дифракцію спостерігають на екрані, який знаходиться від перешкоди на деякій віддалі.
2. **Дифракція Фраунгофера**, або дифракція у паралельних променях, коли на перешкоду падає плоска хвиля, а дифракційна картина спостерігається на екрані, який розташований у фокальній площині збірної лінзи, розміщені на шляху променів, які поширюються у просторі після перешкоди.

Рис. 1.9. Слайд мультимедійної лекції “Дифракція світла”.

Розрізняють два випадки дифракції світла:

1. Дифракція Френеля, або дифракція у збіжних променях, коли на перешкоду падає плоска або сферична хвиля. Дифракційна картина спостерігається на екрані, який знаходиться від перешкоди на деякій віддалі.

2. Дифракція Фраунгофера, або дифракція у паралельних променях за умови, коли на перешкоду падає плоска хвиля. Дифракційна картина спостерігається на екрані, що розташований у фокальній площині збірної лінзи, розміщених на шляху променів, які поширюються у просторі після перешкоди.

При активізації гіперпосилань (на слайді виділені червоним кольором) студент зможе переглянути відмінності отримання дифракційної картини Френелем та Фраунгофером.

Дифракція Френеля на круглому отворі.

Сферична хвиля, що розповсюджується з точкового джерела (рис.1.10) монохроматичного світла S , зустрічає на шляху поширення екран з круглим отвором, діаметр якого $d=BC$. Нехай Φ – фронт хвилі, який є частиною поверхні сфери. Розіб'ємо поверхню фронту хвилі на зони Френеля так, що хвилі від сусідніх зон приходять в точку спостереженням O у протифазі. Тоді амплітуда результуючої хвилі в точці O :

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 \pm A_m \quad (1.1)$$

де A_i – амплітуда хвилі, що прийшла від i -ої зони Френеля. Перед A_m береться знак плюс, якщо m – непарне, і мінус, якщо m – парне [14].

Активізувавши іконку студент зможе переглянути утворення дифракційної картини Френеля на круглому отворі (рис. 1.10).

Величина A_i залежить від площі S_i зони і кута φ_i між зовнішньою нормаллю до поверхні зони в якій-небудь точці і прямої, направленої з цієї точки в точку

О. З попереднього видно, що всі зони Френеля приблизно рівновеликі за площею. Збільшення ж кута φ_i із зростанням номера зони приводить до зменшення амплітуди A_i . Вона зменшується з зростанням числа зон, а також унаслідок збільшення відстані від зони до точки O .



Рис 1.10. Приклад динамічної комп'ютерної моделі утворення дифракційної картини на круглому отворі

Таким чином $A_1 > A_2 > \dots > A_m$ при великому числі зон можна приблизно

вважати, що
$$A_i = \frac{A_{i-1} + A_{i+1}}{2} \quad (1.2)$$

Перепишемо тепер (1. 1) у вигляді:

$$A = \frac{1}{2} A_1 + \left(\frac{1}{2} A_1 - A_2 + \frac{1}{2} A_3 \right) + \left(\frac{1}{2} A_3 - A_4 + \frac{1}{2} A_5 \right) + \dots \pm \frac{A_m}{2} = \frac{A_1}{2} \pm \frac{A_m}{2} \quad (1.3)$$

оскільки згідно (1.2) всі вирази, що стоять в дужках, рівні нулю. Можна показати, що загальне число m зон Френеля, звернене до точки O , визначається за формулою

$$m = \frac{d^2}{4\lambda} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{L} \right) \quad (1.4)$$

де $d=BC$ – діаметр отвору, $R=SO$, $L=OB$, λ – довжина хвилі. Якщо $d=1$ см, $R=L=10$ см і $\lambda=500$ нм, то $m=1000$.

У цьому випадку $A_m \ll A_1$ і доданком $\pm \frac{A_m}{2}$ в (1.3) можна знехтувати.

$$\text{Маємо, що } A = \frac{A_1}{2} \quad (1.5)$$

Таким чином, амплітуда результуючої хвилі в точці O визначається як би дією тільки половини центральної зони Френеля. Її діаметр d , як впливає з (1.4) при $m=\lambda$, $R=L=10$ см і $\lambda=500$ нм, рівний 0,32 мм.

Отже, розповсюдження світла від джерела S до O відбувається так, ніби пучок світла поширюється всередині дуже вузького каналу вздовж SO , тобто прямолінійно.

В цьому випадку кругова пляма діаметром ED рівномірно освітлена і поза нею спостерігається тінь. Отже, дифракційна картина відсутня, коли діаметр отвору $BC = d \gg \lambda$.

При зменшенні діаметру отвору до величини $d \leq 1$ мм число зон згідно (1.4)

зменшується і A_m стає порівняним з A_1 і тому нехтувати доданком $\pm \frac{A_m}{2}$ у формулі (1.3) не можна.

$$\text{При непарному числі зон згідно (1.3) } A = \frac{A_1}{2} + \frac{A_m}{2} \quad (1.6)$$

і в точці O спостерігається максимум (світла пляма). При парному числі зон

$$A = \frac{A_1}{2} - \frac{A_m}{2} \quad (1.7)$$

і в точці O спостерігатиметься мінімум (темна пляма). Цей факт особливо наочно суперечить закону прямолінійного розповсюдження світла.

Очевидно, що максимум і мінімум будуть тим сильніше відрізнятися один від одного, чим ближче значення A_m до A_1 , тобто коли число зон m мале ($m \leq 10$). Розрахунок амплітуди в інших точках екрану складніший. Можна показати, що дифракційна картина поблизу точки O має вид темних і світлих кілець, що чергуються, з центрами в точці O . В міру віддалення від точки O інтенсивність максимумів світла зменшується.

Дифракція Френеля на невеликому диску

Спосіб побудови зон Френеля на відкритій частині хвильового фронту Φ падаючої монохроматичної хвилі показаний на рисунку 1.11.

Натиснувши на іконку, можемо прослідкувати хід утворення дифракційної картини від невеликого диску (рис. 1.11).

Нехай диск закриває декілька зон, дію яких не враховуватимемо. Нумерацію зон почнемо від першої відкритої зони, відстань до кінця якої від точки O рівні L і $L + \frac{l}{2}$. Останню відкриту зону позначимо через m . Провівши аналіз,

подібний попередньому, і вважаючи, що m достатньо велике, отримаємо для амплітуди результуючої хвилі, вираз ідентичний (1.18), тобто: $A = \frac{A_1}{2}$

Дифракційна картина на екрані E має вид концентричних темних і світлих кілець з центром в точці O , де завжди знаходиться максимум (пляма Пуассона).

Доречно зазначити, що сучасні джерела світла та демонстраційне обладнання дозволяє провести якісний демонстраційний експеримент з хвильової оптики. Залишаючись на позиціях невід'ємного натурального демонстраційного експерименту під час проведення лекцій, зауважимо, що для таких швидкоплинних процесів (поширення світла), експеримент підтверджує існування фізичного явища як такого.

Спостерігач має можливість констатувати факт, наприклад, є чи відсутня дифракція від щілини, непрозорого предмету, системи щілин тощо. Розкриття суті та механізму утворення дифракційної картини такі спостереження не дозволяють. На цьому етапі варто використовувати демонстраційні комп'ютерні моделі. Саме вони, створені у відповідності до реального експерименту, у якому чітко встановлені вихідні умови – джерело світла,

дифракційна решітка, лінза, екран та кінцевий результат – світлі і темні полоси, надають можливість модельного заповнення проміжків – поширення фронту хвилі від щілини до лінзи, заломлення у лінзі, накладання окремих променів, розподіл інтенсивності тощо. Аналізуючи демонстраційну комп’ютерну модель, лектор та слухач отримує можливості детального вивчення фізичних основ процесу, явища, встановлення співвідношення між фізичними величинами, формулювання закону чи принципу. Приклад фрагменту лекції продовжимо у контексті хвильової оптики.

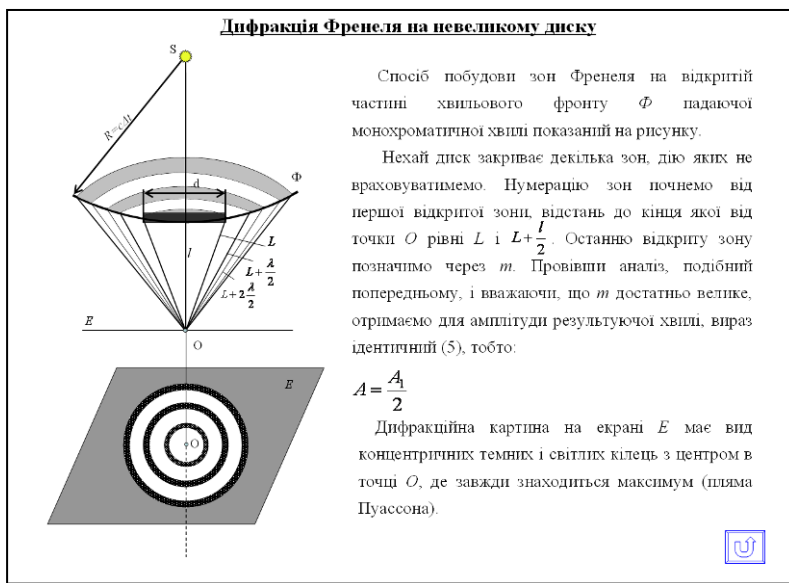
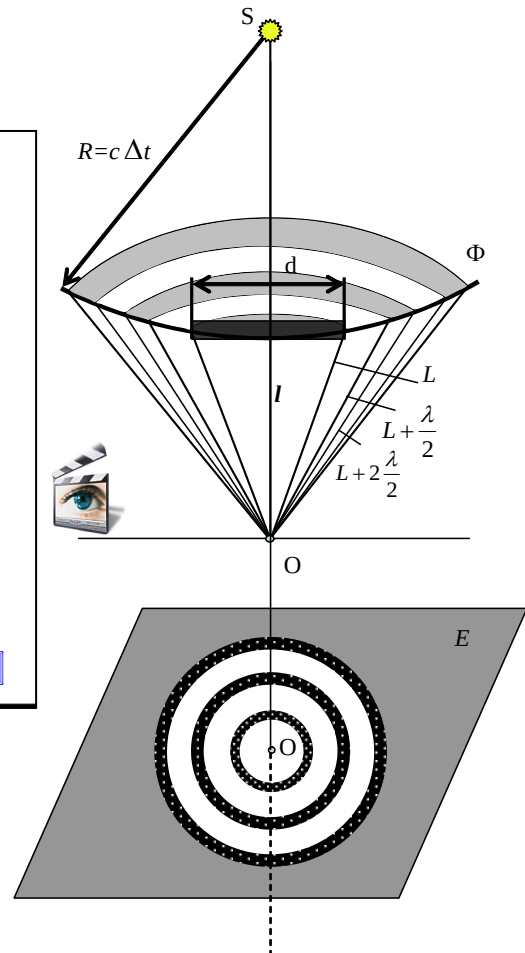


Рис. 1.11. Дифракція від непрозорого диску



Дифракція Фраунгофера на одній щілині.

Дифракція в паралельних променях була розглянута Фраунгофером в 1821-1822 рр. Для отримання пучка паралельних променів світла, що спрямовані на щілину або отвір, зазвичай користуються невеликим джерелом світла, яке розміщують у фокусі збірної лінзи (рис. 1.12).

Нехай паралельний пучок монохроматичного світла падає нормально на непрозорий екран, в якому прорізає вузька щілина BC , що має постійну ширину b і довжину $\lambda \gg b$ (рис. 1.12, а).

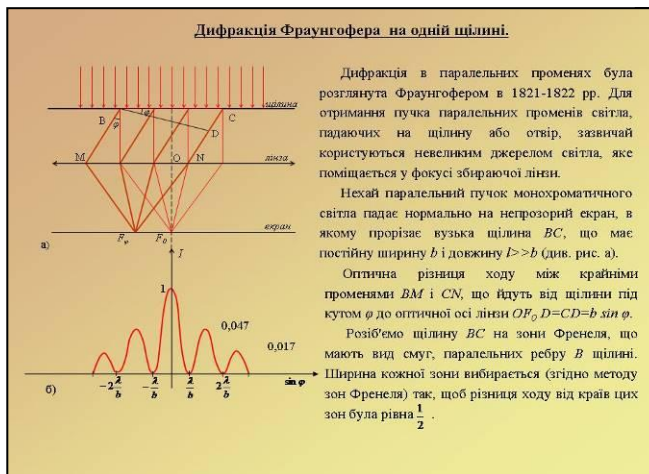


Рис. 1.12. Слайди з презентації «Дифракція Фраунгофера на одній щілині»

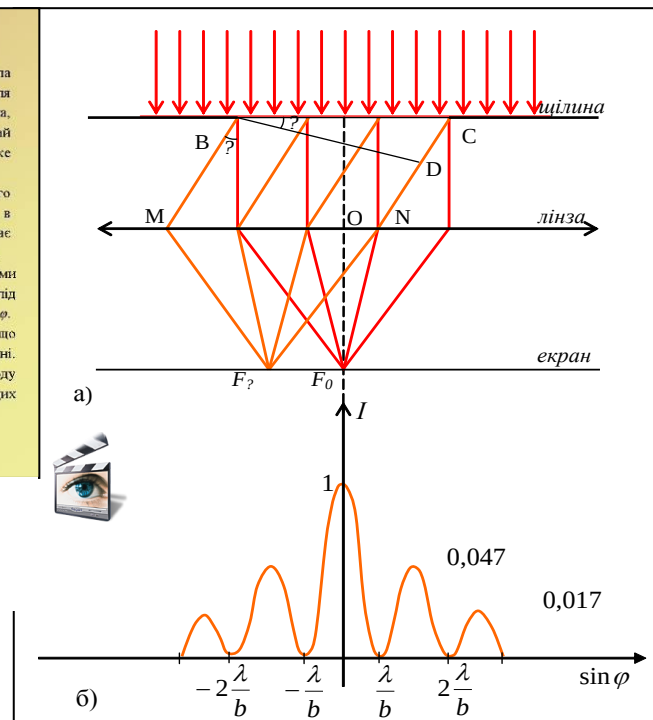


Рис. 1.13. Приклади з мультимедійної лекції «Дифракція Фраунгофера на одній щілині»

Оптична різниця ходу між крайніми променями BM і CN , що йдуть від щілини під кутом φ до оптичної осі лінзи OF_0

$$D = CD = b \sin \varphi.$$

Поділимо щілину BC на зони Френеля, що мають вид смуг, паралельних ребру B щілини. Ширина кожної зони вибирається (згідно методу зон Френеля) так, щоб різниця ходу від країв цих зон була рівна $\frac{1}{2}\lambda$.

При інтерференції світла від кожної пари сусідніх зон амплітуда результуючих коливань рівна нулю, оскільки ці зони викликають коливання з однаковими амплітудами, але протилежними фазами. Всього на ширині щілини вмістатиметься: $\frac{\lambda}{2} = \frac{b \sin \varphi}{1/2}$ зон.

$$\text{Якщо число зон парне } \frac{b \sin \varphi}{1/2} = \pm 2m \text{ або } b \sin \varphi = \pm m\lambda, m=1,2,3,\dots \quad (1.8)$$

то спостерігається дифракційний мінімум (темна смуга).

Якщо число зон непарне, тобто:

$$\frac{b \sin \varphi}{1/2} = \pm (2m + 1) \text{ або } b \sin \varphi = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, m=1,2,3,\dots \quad (1.9)$$

то спостерігається дифракційний максимум (світла смуга).

У напрямі $\varphi=0$ спостерігається найінтенсивніший центральний максимум нульового порядку.

Через дане гіперпосилання студент зможе перейти до презентації в якій показано і описано, як утворюється дифракція на одній щілині згідно теорії Фраунгофера (рис. 1.13).

Розподіл інтенсивності на екрані, отриманий унаслідок дифракції (дифракційний спектр) наведено на рис. 1.13 (б). Детальні розрахунки показують, що інтенсивності в центральному і подальшому максимумах відносяться як 1:0,045:0,016:0,008:..., тобто основна частина світлової енергії зосереджена в центральному максимумі.

Кути, під якими спостерігаються максимуми всіх порядків, починаючи з першого, залежать від довжини хвилі світла λ . Якщо щілину освітлювати монохроматичним світлом, то максимуми, відповідні різним довжинам хвиль, спостерігатимуться під різними кутами і, отже, будуть просторово розділені на екрані. Отримаємо дифракційний спектр, який відрізняється від спектра, отриманого за допомогою призми. Наявність гіперпосилання дає можливість вивести вікно зі слайдом дисперсійного спектра та провести із студентами порівняльний аналіз чергування кольорів та їх розташування.

Дифракційна решітка

Дифракційні решітка – найважливіший спектральний прилад, призначений для розкладання світла в спектр і вимірювання довжин хвиль. Вона являє собою плоску скляну або металеву поверхню, на якій нарізано дуже багато (до сотень тисяч) прямих рівновіддалених штрихів.

Розглянемо прості решітки, які складаються з N однакових рівновіддалених паралельних щілин зроблених в непрозорому екрані. Ширину щілини позначимо b , а ширину непрозорих проміжків між щілинами – a . Величина $d=a+b$ називається періодом або постійною дифракційної решітки. Кращі решітки мають $d=0,8$ мкм, тобто 1200 штрихів на одному міліметрі

Дифракційна картина від решітки утворюється внаслідок дифракції на кожній щілині і інтерференції променів, що поширюються від різних щілин. Головні максимуми відповідають таким кутам φ , для яких коливання від всіх N щілин складаються у фазі, тобто $I_{\text{макс}}=NA_{\varphi}$,

де A_{φ} – амплітуда коливання від однієї щілини під кутом φ . Інтенсивність максимуму $I_{\text{макс}}=N^2I_{\varphi}$ (1.10)

може перевищувати в сотні мільйонів разів інтенсивність максимуму, що створюється однією щілиною. У високоякісних решітках N досягає декількох десятків тисяч.

Для розуміння суті явища дифракції слід провести відомий демонстраційний експеримент, у якому використовується промінь лазера і дифракційна решітка з набору для хвильової оптики. Для глибокого розуміння механізму утворення дифракційної картини та встановлення залежностей між фізичними величинами і їх впливу на спостережувану картину рекомендуємо вивчення явища проводити на основі демонстраційної комп'ютерної моделі, на якій в динамічному режимі поетапно подано процес поширення світла після проходження дифракційної решітки та заломлення у збірній лінзі (рис.1.14).

Умова для спостереження головних максимумів має вигляд

$$d \sin \varphi = \pm m\lambda, \quad m=0, 1, 2, 3... \quad (1.11)$$

Максимум нульового порядку спостерігається при $\varphi=0$, першого порядку при $\sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{d}$, другого порядку при $\sin \varphi = \pm \frac{2\lambda}{d}$ і т.д.

Головні мінімуми відповідають таким кутам φ , у напрямі яких жодна з щілин не поширює світло. Таким чином, умову головних мінімумів виражає формула

$$b \sin \varphi = \pm m \lambda, \quad m=1,2,3, \dots \quad (1.12)$$

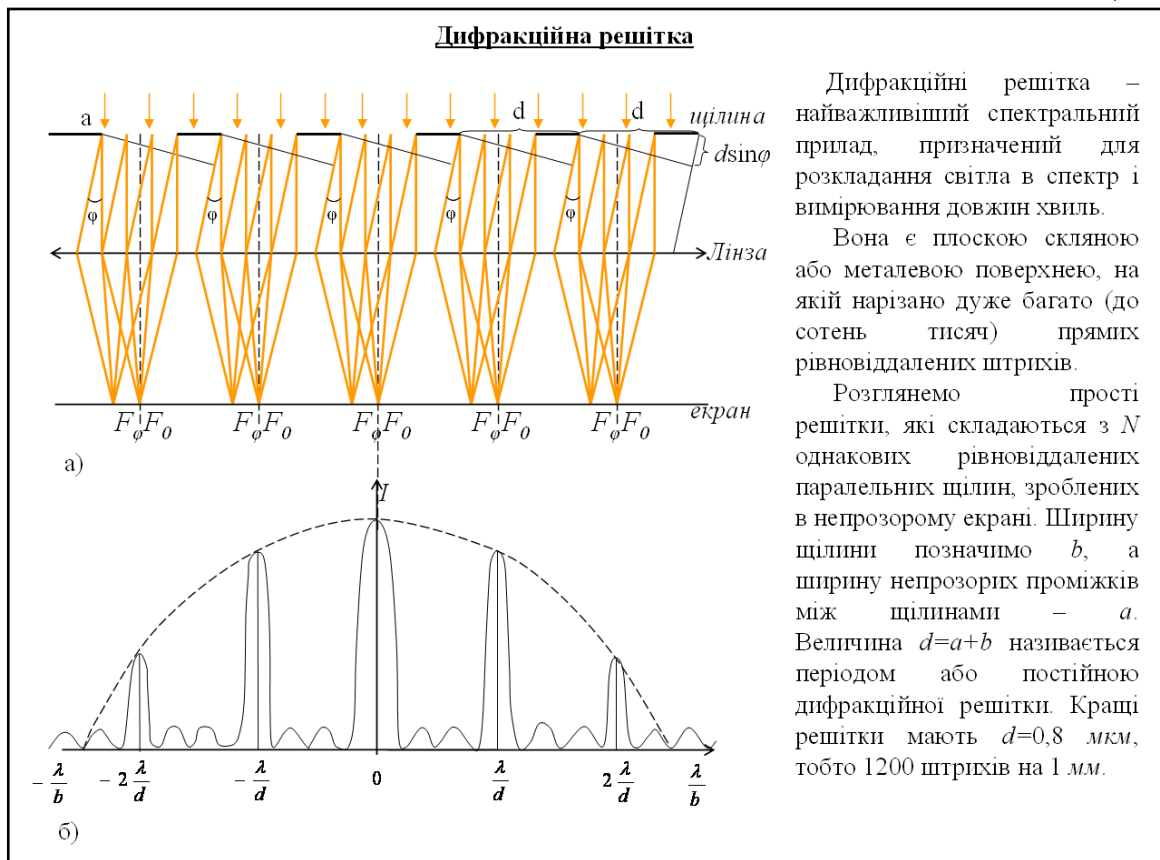


Рис 1.14. Слайд-демонстрація утворення дифракційної картини

Перший головний мінімум спостерігається при $\sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{b}$ (рис. 1.14, б).

Окрім головних максимумів є велике число слабких побічних максимумів, розділених додатковими мінімумами. На рис. 1.14 вони розташовані між головними максимумами.

Положення головних максимумів (окрім центрального) залежить від довжини хвилі λ . Тому при пропусканні через решітку білого світла всі максимуми ненульового порядку, розкладуться в спектр, фіолетова частина розташована ближче до центра дифракційної картини, а червона – назовні. Отже, дифракційна решітка являє собою спектральний прилад.

Ще Я.А. Коменський стверджував, що основою успішного навчання є повторення і контроль. Тому одним із важливих аспектів забезпечення фундаментальних знань є вимога проміжного діагностичного контролю знань на кожному занятті з фізики.

Найбільш «уразливе» в плані індивідуального контролю знань є лекція. В цьому контексті заслуговує на увагу впровадження інноваційних технологій на лекційних заняттях.

Навчальне заняття, урок, зокрема, прийнято розглядати як сукупність трьох складових частин: вступна – орієнтовно-мотиваційна, основна –

оперативно-виконавча, заключна – рефлексивно-оціночна.

Лекція нами теж розглядається як сукупність трьох складових частин, однак практика підтвердила, що кращого результату можна досягти бі або тріадою цих складових. Іншими словами, матеріал лекції (80 хвилин) слід розбити на 2(3) блоки (вступ, основна частина, рефлексія) та заняття компонувати як суму двох-трьох таких блоків. Наприклад, лекційне заняття 2×45 хвилин трансформується на тріади по (25+5) хвилин.

Не залежно від кількості тріад, форми проведення чи цільового призначення, в основу заняття варто покласти принцип діяльності. Будь-яка дія перед реалізацією обмірковується, аналізується, усвідомлюється. Тому, використовуючи різноманітні технології, педагогічні прийоми і методи слід передусім передбачити активізацію розумової діяльності студентів. Одним із чинників, які суттєво впливають на навчання студентів, на думку вітчизняних і зарубіжних психологів, є колективна діяльність.

Найкращим варіантом був би такий, за умови відповідного матеріально-технічного забезпечення, при якому лекції проводяться у спеціалізованих аудиторіях зі зворотнім зв'язком (приклад – телепрограми Шустер – Life). Термінали зворотного зв'язку забезпечують під час проведення лекції здійснення діагностичного контролю засвоєння розглядуваного навчального матеріалу. За умов наявності в аудиторії комп'ютера та мультимедійного проектора і відповідного екрана такий вид роботи може здійснюватись за наступним сценарієм. У певному місці лекції на демонстраційному екрані – як слайд, подаються по черзі запитання. Студенти читають їх і дають відповіді на них, натиснувши відповідні кнопки терміналу. Можливі і такі форми організації: – кожен студент працює за окремим комп'ютером і фіксує відповіді як у тестовому режимі, або ж 2-3 студенти після завершення інтервалу часу для відповідей збирають наперед заготовлені і роздані бланки та подають їх викладачеві. Якщо викладач надає ключ для перевірки тест-завдань, то чергові студенти здійснюють таку перевірку, керуючись результатами якої викладач може внести, у разі потреби, певні зміни, доповнення тощо. При цьому студентам виставляються відповідні бали за наявні знання, що будуть внеском у загальний рейтинг студента.

Таких бліц-котроль-тестів (2-3 хв) викладач може запланувати у лекції – два-три в залежності від структурованості навчального матеріалу, який розглядається на лекції. Переваги такого способу організації навчальної діяльності наступні:

- 1) підтримка інтересу, уваги до навчального матеріалу, який внесено до контексту лекції;
- 2) зміна видів діяльності;
- 3) можливість отримання певної кількості балів до доробку у зв'язку з кредитно-модульним варіантом навчання.

Мета такого бліц-контролю – діагностичне тестування.

За тривалості лекційного заняття 80 хвилин на розгляд питань інформаційно-теоретичної частини відводиться 60 хвилин (75%) часу, для демонстрацій (натурних чи комп'ютерних) – 10 хвилин (12,5%) часу,

діагностичне опитування – 10 хвилин (12,5%).

Відомо, що найбільша увага слухачів спостерігачів спостерігається 7-10 хвилинах. Потім настає певне послаблення уваги. Це дозволяє стверджувати про необхідність чергування пояснення навчального матеріалу і опитування, пояснення-спостереження демонстрації, пояснення-перегляд відео фрагменту тощо. Для прикладу наведемо фрагмент конспекту лекції побудованої за системою пояснення-опитування для студентів з розділу молекулярна фізика. У фрагмент включимо вузлові моменти, які лектор зобов'язаний повідомити студентам, адже при опитуванні (тестова перевірка засвоєння навчального матеріалу) базуватиметься саме на цих ключових моментах.

Структурування матеріалу, що виноситься на лекцію, передбачає обов'язкову наявність запитань, з яких будуть перевірятись елементи знань, а також уміння визначати фізичний зміст відповідної величини та встановлювати одиницю її вимірювання. Попередньо лектору слід провести хронометраж лекції з урахуванням психолого-фізіологічних особливостей людського організму. Практика застосування даної методики навчання загальної фізики підтверджує дотримання такого хронометражу лекційного заняття тривалістю 80 хвилин:

- а) при побудові заняття у вигляді трьох блоків
 - I. 1 хвилина – організаційний момент;
20 хвилин – теоретичні питання;
2,5-3 хвилин – діагностичний контроль;
 - II. 20 хвилин – теоретичні питання;
2,5-3 хвилини – діагностичний контроль;
 - III. 20 хвилин – теоретичні питання;
2,5-3 хвилини – діагностичний контроль.
- б) при проведенні заняття у вигляді двох блоків:
 - 1. теоретичні питання – 35 хвилин;
 - 2. діагностичний контроль – 3-5 хвилин;
 - 3. теоретичні питання – 35 хвилин;
 - 4. діагностичний контроль – 3-5 хвилин.

Явища переносу

А. Дифузія

Явище дифузії, зумовлене молекулярними рухами речовин, являє собою напрямлене перенесення [2, с. 160]

З макроскопічної точки зору явище дифузії для однорідних газів визначається законом Фіка. За цим законом маса ΔM , яка переноситься через деяку поверхню S , перпендикулярну до осі Ox , пропорційна градієнту густини $\frac{\Delta \rho}{\Delta x}$ поверхні S і часу $\Delta \tau$: $\Delta M = -D \left(\frac{\Delta \rho}{\Delta x} \right) S \Delta \tau$, де D – коефіцієнт дифузії.

Коефіцієнт дифузії рівен масі речовини, яка переноситься через одиницю площі за одиницю часу при градієнті густини, яка дорівнює одиниці. В одиницях SI коефіцієнт дифузії вимірюється в $\text{м}^2/\text{с}$ (метр квадратний за секунду)

$$[D]=1 \text{ м}^2/\text{с}$$

Знак мінус у правій частині виразу показує, що маса переноситься у напрямку зменшення густини речовини. Іншими словами, явище дифузії зумовлює вирівнювання густини газу.

Далі лектор з'ясовує явище дифузії з точки зору молекулярно-кінетичної теорії газів. Шляхом порівняння отриманого рівняння, виходячи з кінетичної теорії газів, і емпіричного закону дифузії встановлюємо коефіцієнт дифузії.

$$D = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda}$$

Дифузія – це явище довільного взаємного проникнення і переміщення частинок двох речовин, що мають дотик (гази, рідини і тверді тіла) [5, с. 116]

Б. Теплопровідність

Теплопровідністю називають процес передавання теплоти від шару з вищою температурою до шару з нижчою температурою.

За законом Фур'є, кількість теплоти ΔQ , яка переноситься через деяку поверхню S , перпендикулярну до осі Ox , пропорційна градієнту температури ($\frac{\Delta T}{\Delta x}$), площі поверхні S і часу $\Delta \tau$.

Перенесення енергії у формі теплоти відчиняється закону Фур'є

$$\Delta Q = -k \left(\frac{\Delta T}{\Delta x} \right) S \Delta \tau$$

k – коефіцієнт теплопровідності, який залежить від роду і стану газу. Коефіцієнт теплопровідності чисельно дорівнює кількості теплоти, що переноситься через одиницю площі за одиницю часу, коли градієнт температури рівний одиниці.

В одиницях SI, коефіцієнт теплопровідності вимірюють у $Вт/м \cdot К$;

$$[k] = Вт/м \cdot К$$

Знак мінус вказує на те, що теплота переноситься у напрямку зменшення температури. Явище теплопровідності зумовлює вирівнювання температур.

З точки зору молекулярно-кінетичної теорії теплопровідність – це процес перенесення внутрішньої енергії газу з одного шару в інший, що здійснюється в результаті хаотичного руху молекул газу. Виходячи з таких міркувань лектор виводить рівняння для визначення кількості перенесення енергії і визначає з нього коефіцієнт теплопровідності

$$k = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda} \rho c_v$$

Теоретичні пояснення даного матеріалу вимагають інтервал часу до 20 хвилин. У відповідності до ефективних порад та врахування фізіологічних особливостей варто зробити паузу у навчальній діяльності з метою необхідності деякого переключення уваги слухача. Активним видом перемикавання уваги може бути проведення навчальної роботи іншого виду, зокрема дій, пов'язаних із повторенням навчального матеріалу, зміна кінестетичних та аудіо візуальних подразників. Пропонуємо наступні 2-3 хвилини психологічного розвантаження уваги студента від прослуховування нового навчального матеріалу проводити у формі діагностичного контролю

відомостей (знань), одержаних студентом під час перших 20 хвилин лекції. Форми проведення такого контролю можуть бути різноманітними. Наведемо можливий варіант запитань для перевірки елементів знань з теплопровідності.

1. Вкажіть правильне продовження фрази: явища переносу відбуваються у...

А) нерівноважних системах;

Б) рівноважних системах;

В) стаціонарних системах.

2. Вкажіть, яке із тверджень неправильне.

Теплопровідність – це

А) перенесення тепла;

Б) перенесення маси (частинок) завдяки хаотичному рухові;

В) перенесення енергії

3. Коефіцієнт теплопровідності чисельно рівен:

А) тепловому потоку при різниці температур один кельвін;

Б) густині теплового потоку при градієнті температур, який рівний одиниці;

В) тепловому потоку, при градієнті температур, який рівний одиниці.

4. Як залежить коефіцієнт теплопровідності від тиску газу:

А) збільшується при підвищенні тиску;

Б) не залежить від тиску;

В) зменшується з підвищенням тиску.

В. Внутрішнє тертя

Внутрішнім тертям називають тертя між шарами рідин і газів. Сила внутрішнього тертя є результатом дії сили молекулярного зчеплення на межі двох шарів і переходу молекул з одного шару в інший. І.Ньютон встановив, що сила внутрішнього тертя пропорційна градієнту швидкості $\left(\frac{\Delta v}{\Delta z}\right)$ і площі шарів S , між якими визначається сила тертя

$$F = -\eta \left(\frac{\Delta v}{\Delta z} \right) S$$

η – коефіцієнт внутрішнього тертя (коефіцієнт в'язкості).

З точки зору молекулярно-кінетичної теорії внутрішнє тертя є результатом перенесення імпульсу з одного шару в інший, що здійснюється молекулами газу в процесі їх теплового руху. Кінцевий результат розгляду питання є отримання формули для розрахунку коефіцієнта динамічної в'язкості

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \bar{v} \bar{\lambda}$$

Тестові завдання для перевірки елементів знань із блоку «Дифузія. Внутрішнє тертя».

1. Коефіцієнт динамічної в'язкості чисельно рівний

А) густині потоку імпульсу при градієнті швидкості рівному одиниці;

Б) силі внутрішнього тертя перпендикулярній до поверхонь шарів дотику;

В) дотичній силі тертя, що діє на поверхню шару dS при градієнті

швидкості рівному одиниці.

2. Як залежить коефіцієнт внутрішнього тертя і теплопровідності від густини газу

- А) не залежить;
 - Б) значення збільшується зі збільшенням густини;
 - В) значення зменшується зі збільшенням густини.
3. Яка величина переноситься при внутрішньому терті

А) енергія; Б) імпульс; В) теплота; Г) маса.

4. Яка величина переноситься при теплопровідності

А) енергія; Б) імпульс; В) теплота; Г) маса.

5. Довжина вільного пробігу молекул залежить

А) від концентрації молекул і температури;

Б) від концентрації молекул;

В) від температури.

6. Як залежить коефіцієнт внутрішнього тертя і теплопровідності від тиску газу

- А) не залежить;
- Б) з підвищенням тиску значення збільшується;
- В) з підвищенням тиску значення зменшується.

Зазначимо, що для відповіді на запитання діагностичного типу слід обмежувати час, так званий «захист часом». Це пов'язано з тим, що всі студенти мають дати відповіді на запитання одного і того ж варіанту.

Прикладом заключного варіанту діагностичного контролю можуть бути обрані такі запитання:

1. Як залежить коефіцієнт внутрішнього тертя і теплопровідності від тиску газу

- А) не залежить;
- Б) значення збільшується з підвищенням тиску;
- В) значення зменшується з підвищенням тиску.

(Із формули $K \sim \frac{1}{p} \sim \frac{1}{\rho}$, у η і $K - \rho$ входить у чисельник і в знаменник, тому не залежить).

2. Яка розмірність в SI коефіцієнта дифузії

А) $\frac{м^2}{с}$; Б) $\frac{кг}{с \cdot м}$; В) $\frac{Дж}{м \cdot с \cdot К}$; Г) $\frac{кг \cdot м}{с \cdot К}$.

Відповідь студенти легко знаходять, знаючи закон Фіка $D = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda}$

$$[D] = \frac{м}{с} \cdot м = \frac{м^2}{с}.$$

3. Яка розмірність в SI коефіцієнта внутрішнього тертя

А) $\frac{м^2}{с}$; Б) $\frac{кг}{с \cdot м}$; В) $\frac{Дж}{м \cdot с \cdot К}$; Г) $\frac{кг \cdot м}{с \cdot К}$.

4. Яка розмірність в SI коефіцієнта теплопровідності

$$\text{А) } \frac{m^2}{c}; \quad \text{Б) } \frac{kg}{c \cdot m}; \quad \text{В) } \frac{Дж}{m \cdot c \cdot K}; \quad \text{Г) } \frac{kg \cdot m}{c \cdot K}.$$

Наявність однакових відповідей у завданнях теста важлива у плані розуміння студентами схожості математичного запису законів Фіка, Фур'є і Ньютона та закономірностей явищ переносу, які є необоротними.

Оскільки явища переносу включають елементи кооперативної дії множини елементів системи, то доцільно під час лекції демонструвати відповідні комп'ютерні моделі.

Явища переносу можуть слугувати «містком» для переходу до розгляду явищ, на основі яких успішно розвивається науковий напрямок під загальною назвою «синергетика». Доцільність інформаційного розгляду цього напрямку в курсі загальної фізики можна пояснити з точки зору дидактики як реалізацію принципу науковості. З іншого боку, слід говорити про існування складних нерівноважних систем різної природи та розповсюдження даного наукового напрямку у гуманітарну сферу.

До запитань тестів, у відповідності до навчального матеріалу викладач може включати тести І рівня – розпізнавання закону із даної вибірки, визначення, поняття, ІІ рівня, на які студент може дати відповідь за сформованості деяких умінь. Наприклад, визначення фізичного змісту, встановлення одиниці вимірювання тощо.

Безумовно, що діагностичний контроль знань на лекціях дав би більш достовірну інформацію, якби кожен студент отримав окремий варіант питань (тест). Однак на сьогодні такий варіант технічно виконати неможливо. Слід зауважити, що банк запитань, які внесені до тестів діагностичного контролю, викладач може використовувати для підготовки студентів до колоквиуму.

При використанні запропонованої методики проведення лекційного заняття слід враховувати індивідуальні характеристики викладача, адже ритм і темп у кожного викладача свій. У зв'язку з цим необхідно в індивідуальному підході встановити хронометраж заняття, щоб передбачити в ньому 2-3 етапи контролю знань студентів.

1.2. Застосування мультимедіа-технологій під час організації вивчення теоретичного курсу фізики

Фізична освіта майбутнього учителя фізики завершується у педагогічному університеті (інституті) курсом теоретичної фізики. В ньому систематизуються і узагальнюються основні поняття, фундаментальні закони і загальні принципи фізики.

Як зазначалось в § 1.1 особливості методики навчання загальної фізики у вищій школі педагогічною наукою вивчені не в повній мірі. Ще менше наукових робіт присвячено методиці вивчення теоретичної фізики. У проведених дисертаційних дослідженнях (С.Н. Аль-Таравна, Г.А.Яшина, А.В.Касаткіна, В. І. Тесленко) розв'язуються окремі специфічні завдання. – вивчення розділу електродинаміки, теоретичної, квантової механіки. Однак висвітленню методичних підходів до навчання, переходу від теоретичної

механіки до інших розділів теоретичної фізики у проведених дослідженнях приділено недостатньо уваги.

Зазначимо, що традиційний курс теоретичної фізики у педагогічних університетах складається з окремих розділів, які вивчаються як самостійні курси: теоретична механіка, електродинаміка, статистична фізика і термодинаміка, квантова механіка.

Зміст розділів теоретичної фізики для педагогічної освіти очевидно має свої специфічні відмінності від аналогічних розділів, які вивчають у класичних університетах. Доступний для студента педагогічного університету навчальний матеріал повинен складати основу системи фундаментальних знань і сприяти розвитку природничо-наукового світогляду та формуванню завершених уявлень про сучасну фізичну картину світу. В даний час у переважній більшості курс теоретичної фізики представляє собою адаптований варіант курсу, розрахованого на студента класичного університету. Саме тому вивчення теоретичної фізики у педагогічних університетах, навчальними планами у яких не передбачене поглиблене і інтенсивне вивчення спеціалізованих математичних методів, значно утруднює сприйняття і як наслідок усвідомлення теоретичних положень, викладок, висновків. Менша кількість аудиторних годин, відсутність можливостей проведення спецкурсів, де є можливість поглиблення і розширення знань навчальної дисципліни, визначають інші вимоги до організації вивчення та змісту теоретичної фізики для студентів педагогічних університетів. Переважна більшість випускників педагогічних університетів не передбачає свою подальшу участь у проведенні дослідницької діяльності в галузі фундаментального природознавства. Саме тому перед такою групою не ставиться завдання поглибленого оволодіння математичним апаратом сучасної теоретичної фізики. Для учителя школи, ліцею, навчальних закладів I-III рівня акредитації достатньо знати і розуміти загальні принципи застосування такого математичного апарату. Наприклад, рівняння Гамільтона-Якобі і принципи екстремальної дії, канонічний формалізм, відіграють суттєву роль у формуванні знань під час переходу від вивчення класичної механіки до квантової теорії. Однак, методичні проблеми сучасної теоретичної фізики слід вивчати більш глибоко, оскільки майбутній педагог зобов'язаний (згідно ОКХ) чітко, на належній науковій основі уявляти цілісну фізичну картину світу.

Адаптований курс теоретичної фізики для вчителів реалізований у посібнику В. І. Якушевича і В. І. Тесленко [18].

Теоретична фізика під час підготовки учителя фізики є другим концентром, тому суттєвою відмінністю її від загальної фізики є «логічна сила вихідних постулатів, на яких основана побудова самих фізичних теорій» [18, с.6]. Постулати (твердження), на базі яких ведеться викладання теоретичної фізики мають бути настільки загальними, щоб як наслідки із них, отримати ті твердження, які постулюються в загальному курсі фізики. Іншими словами, логічна структура курсу теоретичної фізики має бути в значній мірі дедуктивною (аксіоматичною) [18, с.7].

В результаті власних досліджень автор посібника [18, с.8]. зробили

висновок про те, що «на процес професійної підготовки учителя фізики у педагогічному вузі курс теоретичної фізики фактично не впливає. Окрім цього професійна діяльність учителів фізики не потребує використання наявних посібників з теоретичної фізики».

Один із аспектів принципу автоматизації навчання вимагає проводити виклад навчального матеріалу в теоретичній фізиці стисло, у формі резюмування, спираючись на загальну фізику.

Засоби мультимедіа сприяють розв'язанню всього комплексу питань в режимі вибору індивідуальної траєкторії навчання студента. Так, мультимедіа komponується викладачем так, щоб презентаційний ряд максимально відповідав логіці і структурі навчального матеріалу, забезпечував дотримання принципів науковості і доступності при одночасній інтенсифікації навчального процесу. Під час проведення такої лекції викладач має можливість, при потребі через систему гіперпосилань, активізувати навчальну діяльність як менш підготовленого студента, опираючись на посилання до курсу загальної фізики, так і здібного, який в разі необхідності, звернеться до строгих математичних викладок. Аналізуючи навчальні плани спеціальності «фізика та основи інформатики» легко зрозуміти, що математична підготовка студентів 3 і 4 курсів обмежується, як правило, диференціальним та інтегральним численням однієї змінної, елементів аналітичної геометрії та лінійної алгебри. При розгляді важливих питань теоретичної фізики для всіх студентів слід на якісному рівні обговорити елементи теорії лінійних диференціальних рівнянь, дати уяву про криволінійний інтеграл, кривих другого порядку тощо. Детально ці питання студент матиме можливість опрацювати під час самостійної роботи з посібником, до якого додається CD-носії. На ньому розміщений текст (аналогічний до паперового носія) та є активовані гіперпосилання до того чи іншого питання теми.

В цілому курс теоретичної механіки варто подавати в контексті єдиного підходу до вивчення класичної і квантової фізики, використовуючи єдину мову подання класичних і квантових моделей, при якій необхідні для квантової механіки математичні поняття (стан, оператор) вводяться на рівні класичної механіки.

В динамічних теоріях – класичній механіці, електродинаміці, квантовій механіці – певні динамічні рівняння (другий закон Ньютона, рівняння Максвелла, рівняння Шредінгера) мають однаковий гносеологічний смисл. Ці рівняння описують зміну стану відповідних фізичних систем і реалізують функцію передбачення.

Онтологічний аспект фізичної теорії полягає в тому, що вона як система наукового знання являє собою продукт розумової (пізнавальної) діяльності, яка описує емпірично неспостережувальні зв'язки і відношення певного фрагменту дійсності.

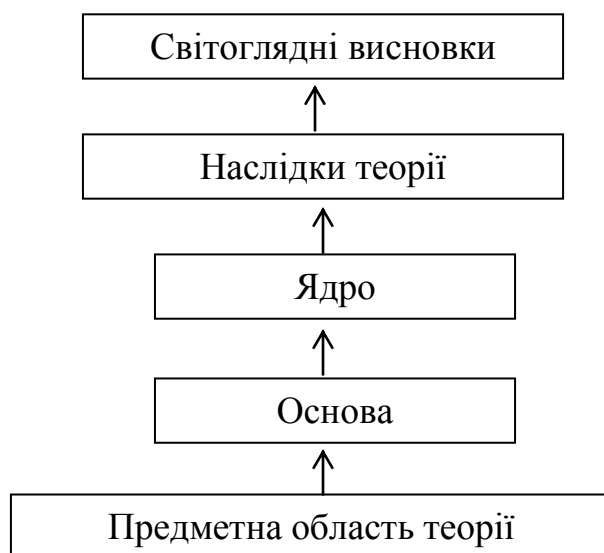


Рис. 1.15. Схема змістової структури теорій фізичних систем

Конкретна фізична теорія описує визначений фрагмент природи, однак змістова структура теорій фізичних систем однакова. Її схематично можна зобразити так (рис. 1.15):

Під час вивчення теоретичної механіки слід особливу увагу приділяти тим поняттям і ідеям, які є загальними для всього курсу теоретичної фізики. До них віднесемо уявлення про простір і час, принцип відносності, принцип причинності, закони збереження, варіаційні принципи, канонічний формалізм. У плані забезпечення професійної підготовки майбутнього учителя фізики передбачається поглиблений розгляд ньютонівської механіки.

Зазначимо, що викладання класичної механіки, загальної курсу фізики відрізняється від вивчення класичної механіки в теоретичному курсі у своїй основі. У загальному курсі основою є закони динаміки, у теоретичній фізиці в основу покладено лагранжевий формалізм, постулюються принципи екстремальної дії і явний вид функції Лагранжа. У подальшому математичним методами виводяться рівняння руху та закони збереження.

Як і будь-який розділ, класична механіка теоретичного курсу використовує систему понять, моделей, методів, що розвивались та запроваджувались під час становлення фізичної науки.

Наведемо опис лекції «Вступ до курсу теоретичної механіки» з мультимедійним супроводженням.

План лекції – це перший слайд-кадр мультимедійної презентації (рис.1.16). З кожним пунктом плану пов'язана система гіперпосилань, користуючись якою можна розкрити його зміст. Історичний аспект розвитку теоретичної механіки коментується викладачем на основі слайду (рис.1.17). Для студентів, які з певних причин не пам'ятають основних характеристик перелічених періодів передбачена система гіперпосилань, що відображаються на екрані відкриванням окремого вікна – виноски. Розвиток теоретичної фізики, механіки зокрема, відбувався завдяки наполегливій роботі та дослідженням багатьох учених.

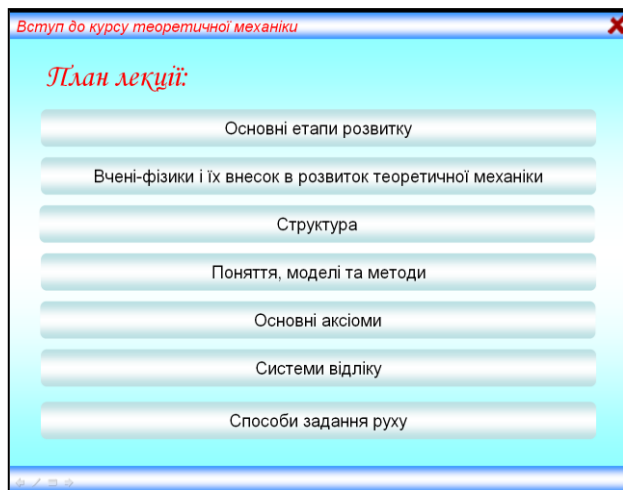


Рис. 1.16. Структура вступної лекції

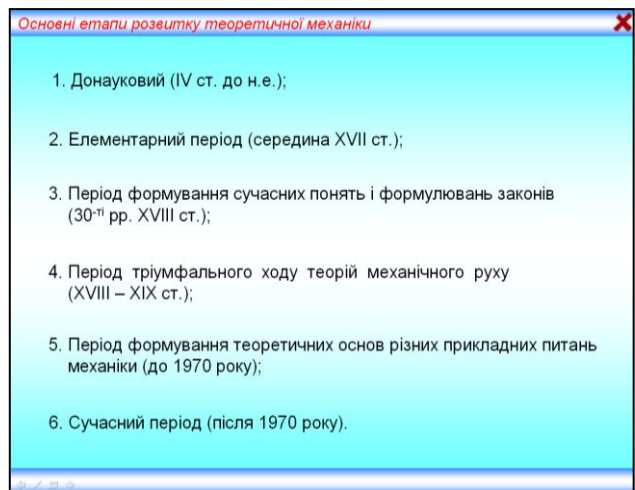


Рис 1.17. Основні етапи розвитку теоретичної механіки

У контексті лекції передбачено можливість познайомити студентів зі внеском того чи іншого вченого в розвиток науки (рис.1.18, 1.19).



Рис. 1.18. Основний слайд пункту вчені-фізики



Рис. 1.19. Основні відомості про Й. Кеплера

На основному слайді наведений перелік прізвищ вчених. У нижньому кутку слайда розміщена позначка (іконка)  при активізації якої відкривається слайд, на якому відображені ресурси глобальної мережі Інтернет. Використовуючи їх викладач або студент матиме можливість відшукати більш детальні відомості про вчених-фізиків, які працювали в галузі теоретичної механіки. Слайд, на якому міститься інформація про основні етапи життя і діяльності конкретного дослідника, в нижньому куті має нову позначку . Активізація цієї іконки викликає гіперпосилання на відкриття сторінки з детальною інформацією біографії і творчої діяльності вченого.

Така структуризація навчального матеріалу надає можливість лектору в узагальненому вигляді сконцентрувати увагу на історичному аспекті розвитку теоретичної механіки, спрямувати діяльність студента в русло пізнавальної і творчої активності, а то й просто прикрасити «сухе» вербальне спілкування.

Визначення теоретичної механіки як науки, складові частини механіки, основні поняття, моделі та методи теоретичної механіки представлені у презентаційному ряді як наступного блоку. У ньому реалізуються дидактичні

принципи наступності та послідовності, що базуються на знаннях, отриманих студентами під час вивчення класичної механіки загального курсу. Однак в змісті навчального матеріалу передбачено висвітлення нових елементів знань, зокрема «вироджені» моделі (рис.1.20).

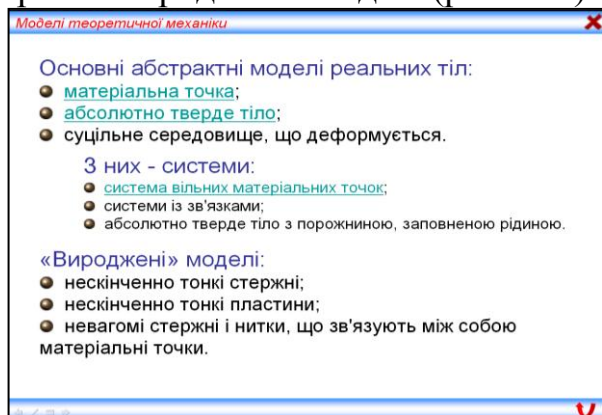


Рис. 1.20. Основні моделі

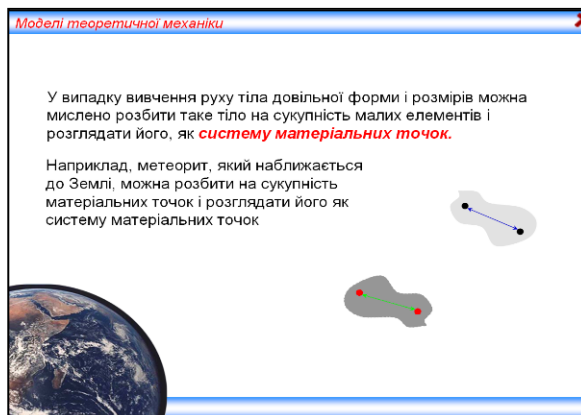


Рис. 1.21. Гіперпосилання «Система матеріальних точок»

Виділені на слайдах кольором терміни розкриваються за своєю суттю через гіперпосилання та відповідні комп'ютерні моделі (рис.1.20).

Конкретний понятійний апарат теоретичної механіки опирається на ряд аксіом та постулатів, основними серед яких є постулати, що описують властивості простору та часу. Розроблена мультимедійна підтримка до лекції містить у собі відповідний презентаційний ряд із 20 кадрів (рис. 1.22).

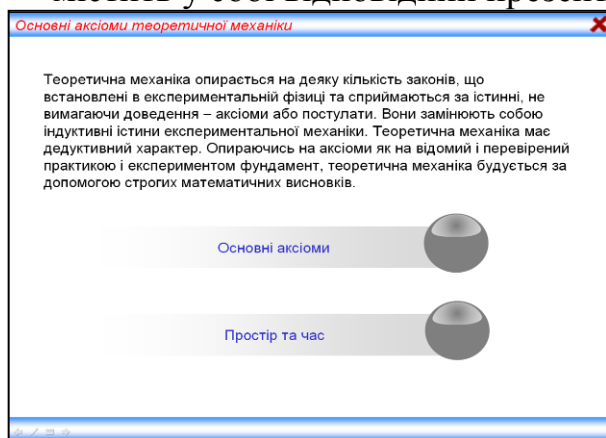


Рис. 1.22. Початковий слайд пункту «Основні аксіоми»

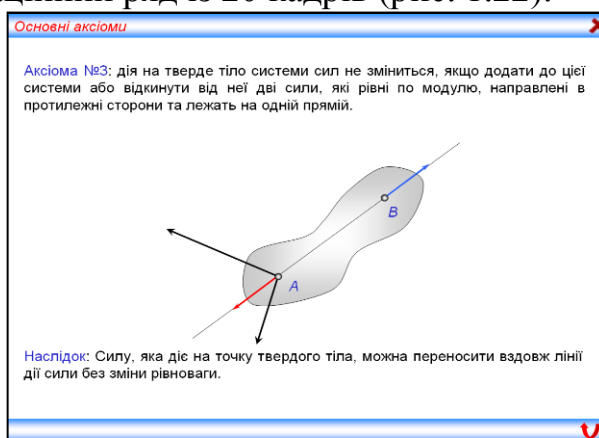


Рис. 1.23. Основні аксіоми

Керуючі кнопки на слайдах дозволяють розглянути п'ять аксіом теоретичної механіки та три постулати, які описують характеристики простору і часу. Так на слайді (рис.1.23) вказані лише назви тверджень. Студенти, які добре орієнтуються з даних питань, що вивчались у загальній фізиці, обмежуються лише переглядом основних постулатів. В той же час ті, хто підзабув, використовуючи систему гіперпосилань, мають змогу перейти до слайдів з детальним описом цих тверджень з метою відтворення у пам'яті, пригадування раніше вивченого матеріалу.

Як свідчить практика викладання, у самотійному режимі, студентові складно віднаходити міжпредметні зв'язки навіть у межах досить близьких

курсів теоретичної і загальної фізики. Тому у вступній лекції до теоретичної механіки варто детально розглянути (пригадати) різні системи відліку, які можна використовувати для опису механічного руху. У традиційному представленні процедура займає значний інтервал часу. Використовуючи засоби мультимедіа процес відтворення відомого (декартова, полярна системи координат) та розгляд нового (циліндрична і сферична системи координат), встановлення співвідношення між відповідними координатами тощо зростає за обсягом та глибиною розгляду інформації, темпом подання, повернення до попереднього (рис.1.24, рис. 1.25), а активізація відповідного гіперпосилання відкриває спеціальну виноску, на якій описується область застосування даної системи координат. В такому ж активному режимі в комп'ютерній програмі передбачено повторення способів задання руху матеріальної точки.

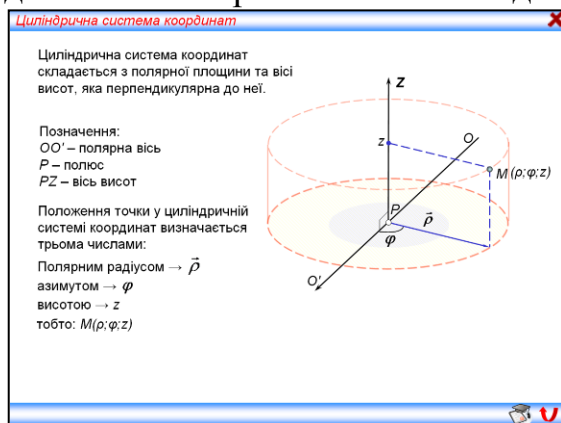


Рис. 1.24. Циліндрична система координат

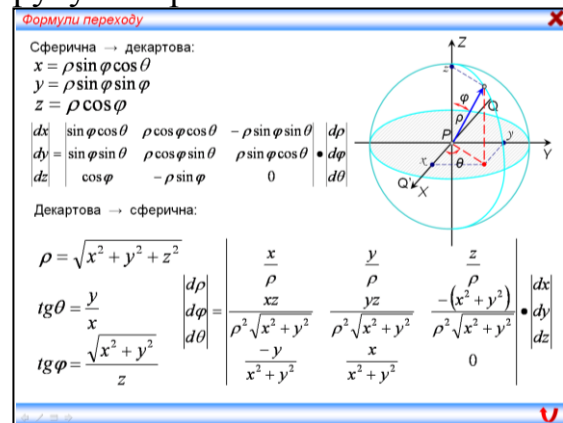


Рис. 1.25. Формули переходу між системами координат

Диференційованість підходу до повторення або пропедевтичної підготовки до вивчення теоретичної механіки задається можливістю вибору студентом для повторення саме того способу, який з певних причин він не пам'ятає, опанувавши при цьому добре знайомі йому способи задання механічного руху (рис.1.26).

Як видно з рис. 1.27 на слайді, де описується координатний спосіб задання руху точки зображені позначки. При наведенні та натискуванні курсору на них, відкривається гіперпосилання на відповідну систему координат. Такий прийом організації вивчення навчального матеріалу спонукає до активізації розумової діяльності, зокрема за рахунок «переключення» уваги з одного об'єкта на інший, залучення візуальних аналізаторів до процесу запам'ятовування образів у вигляді демонстраційних комп'ютерних моделей.

Використаний у практиці викладання мультимедійний супровід вступної лекції надає можливість викладачеві якнайефективніше використати час заняття, не порушуючи при цьому структури навчального матеріалу (згідно програми), домогтися активного сприйняття, усвідомлення навчального матеріалу у рамках використання активного діалогу, замість крейдового відтворення формул і схем, збільшити глибину та обсяг висвітленого матеріалу, вказати можливі шляхи поповнення, відтворення попередніх та здобуття нових знань.

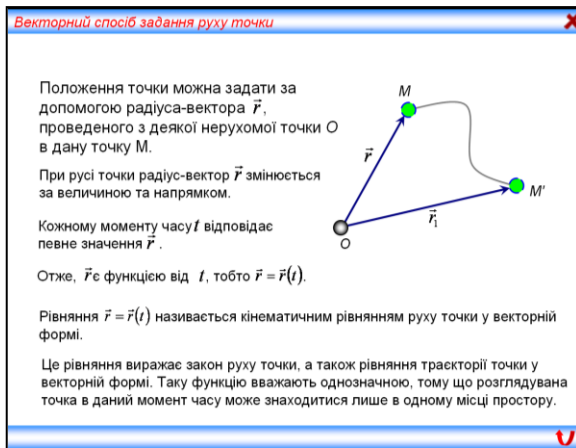


Рис. 1.26. Векторний спосіб задання руху точки

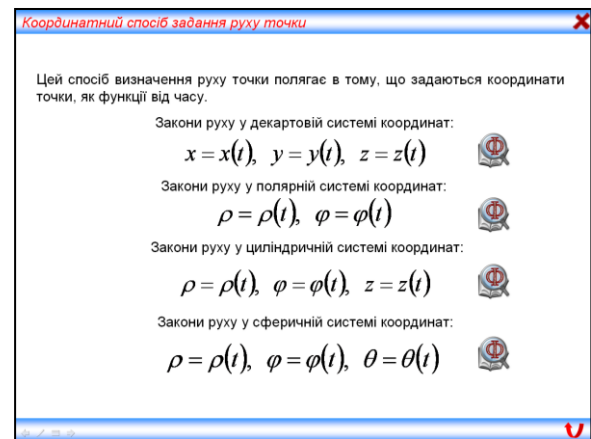


Рис. 1.27. Координатний спосіб задання руху точки

Як зазначалось раніше, одним із базових положень теоретичної механіки, розділу аналітичної механіки, є рівняння Лагранжа. Під час вивчення теми «Рівняння Лагранжа першого та другого роду» традиційно основна увага концентрується на рівняннях другого роду, тоді як менш важлива частина тем виноситься на самостійне опрацювання студентами або взагалі не розглядається в курсі теоретичної механіки педагогічних ВНЗ. В кращому випадку більш успішні студенти, користуючись науковою літературою, самостійно розглядають дане питання. Однак є певна кількість студентів, рівень підготовки яких не дозволяє їм вивчити рівняння Лагранжа першого роду самостійно.

Наступна ситуація, яку слід враховувати полягає в обмеженні введеного часу для вивчення теми. Завдяки потребі в стислі терміни розкрити значний за обсягом навчальний матеріал, викладач не має змоги звернути увагу на численні нюанси та особливості математичних перетворень. Він намагається розкрити фізичну суть тих чи інших понять. В той же час студент, не маючи достатнього рівня підготовки з математичного аналізу, диференціальних рівнянь, векторного та тензорного числення, швидко втрачає інтерес до розглядуваних питань лекції. Зазначимо, що деякі дисципліни математичного напрямку, в додаток до всього, згідно навчального плану спеціальності «Фізика» вивчаються в педагогічному університеті у наступних семестрах.

З метою певного подолання таких недоречностей нами розроблено та запропоновано до використання мультимедійне супроводження лекції названої теми. Такий супровід заняття дає можливість викладачеві звертати увагу на всі вузлові моменти теми, особливості математичних перетворень, що необхідні для виведення рівнянь Лагранжа, в той час як покрокові математичні викладки подаються у вигляді гіперпосилань, які студенти мають змогу опрацювати самостійно у позаурочний час.

Наведемо приклад плану - конспекту лекції на тему «Рівняння Лагранжа II роду» в традиційному виконанні та у мультимедійному вигляді.

1.3. Методика організації лекційного заняття «Рівняння Лагранжа II роду» в традиційному виконанні та у мультимедійному представленні.

Рівняння Лагранжа II роду являють собою найбільш загальний і зручний метод вивчення руху невідільної системи матеріальних точок. Основна ідея рівнянь Лагранжа полягає в застосуванні узагальнених координат. Завдяки цьому число рівнянь Лагранжа є невеликим, а саме, воно дорівнює числу ступенів вільності системи.

Розглянемо механічну систему, що складається з n матеріальних точок. На систему діють лише голономні ідеальні в'язі. Система має r ступенів вільності. Відповідно до цього виберемо r узагальнених координат: $q_1, q_2, \dots, q_v, \dots, q_r$, $v = 1, 2, \dots, r$.

Тоді вільна координата кожної точки $\vec{r}_i$ буде відомою функцією узагальненої координатної системи

$$\vec{r}_i = \vec{r}_i(q_1, \dots, q_r) \quad (1.13)$$

У випадку, коли в'язі нестационарні значення функції залежатиме від часу.

Виведемо рівняння Лагранжа другого роду. Перед цим отримаємо дві допоміжні формули.

Знайдемо швидкість i -ї точки

$$\vec{g}_i = \frac{d\vec{r}_i}{dt} = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial t} + \sum_{v=1}^r \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \cdot \frac{\partial q_v}{\partial t} \quad (1.14)$$

$$\frac{dq_v}{dt} = \dot{q}_v - \text{узагальнена швидкість.}$$

Тоді вираз для вектора швидкості буде мати вигляд:

$$\vec{g}_i = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial t} + \sum_{v=1}^r \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \cdot \dot{q}_v \quad (1.15)$$

Відмітимо, що рівняння (1.14) можна представити у такому вигляді:

$$\vec{g}_i = a_0 + a_1 \dot{q}_1 + a_2 \dot{q}_2 + \dots + a_v \dot{q}_v + \dots + a_r \dot{q}_r$$
$$a_0 = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial t}, a_1 = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_1}, \dots, a_v = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v}$$

З останнього видно, що швидкість є лінійною функцією від узагальнених швидкостей.

Знайдемо частину похідну:

$$\frac{\partial \vec{g}_i}{\partial \dot{q}_v} = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \quad (1.16)$$

Другу допоміжну формулу запишемо без виведення:

$$\frac{\partial \vec{g}_i}{\partial q_v} = \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \quad (1.17)$$

Рівняння Лагранжа виведемо із загального рівняння динаміки:

$$\sum_{i=1}^n (\vec{F}_i - m_i \vec{W}_i) \delta \vec{r}_i = 0 \quad (1.18)$$

Для цього розпишемо його наступним чином:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \delta \vec{r}_i - \sum_{i=1}^n m_i \vec{W}_i \delta \vec{r}_i = 0 \quad (1.19)$$

Перша сума в рівності (1.18) являє собою віртуальну роботу:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \delta \vec{r}_i = \delta A = \sum_{i=1}^r Q_v \delta q_v \quad (1.20)$$

Виконаємо деякі перетворення другої суми в рівності (1.19). Для цього перейдемо до узагальнених координат:

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{W}_i \delta \vec{r}_i = \sum_{i=1}^n m_i \frac{d \vec{g}_i}{dt} \delta \vec{r}_i$$

З рівняння (1.13) знайдемо варіацію від вільної координати:

$$\delta \vec{r}_i = \sum_{i=1}^n \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \cdot \delta q_v$$

Підставимо в попереднє рівняння значення $\delta \vec{r}_i$:

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{W}_i \delta \vec{r}_i = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{i=1}^n m_i \frac{d \vec{g}_i}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \right) \delta q_v$$

Помінявши порядок сумування:

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{W}_i \delta \vec{r}_i = \sum_{i=1}^n m_i \frac{d \vec{g}_i}{dt} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \cdot \delta q_v \quad (1.21)$$

Перетворимо вираз під знаком другої (внутрішньої) суми. Для цього використаємо:

$$\frac{d}{dt} (u \cdot g) = \frac{du}{dt} g + u \frac{dg}{dt}$$

$$\text{Оскільки } u = \vec{g}_i, \text{ а } g = \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v}$$

$$\frac{du}{dt} g = \frac{d}{dt} (u \cdot g) - u \frac{dg}{dt}$$

$$m_i \frac{d \vec{g}_i}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} = m_i \frac{d}{dt} \left(\vec{g}_i \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \right) - m_i \vec{g}_i \cdot \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v}$$

Використаємо допоміжні формули (1.16) і (1.17):

$$m_i \frac{d \vec{g}_i}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} = m_i \frac{d}{dt} \left(\vec{g}_i \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \right) - m_i \vec{g}_i \cdot \frac{\partial \vec{g}_i}{\partial q_v}$$

Тоді внутрішня сума набуде вигляду:

$$\sum_{i=1}^n m_i \frac{d \vec{g}_i}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} = \sum_{i=1}^n m_i \frac{d}{dt} \left(\vec{g}_i \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial q_v} \right) - \sum_{i=1}^n m_i \vec{g}_i \cdot \frac{\partial \vec{g}_i}{\partial q_v}$$

Замінімо диференціювання на сумування і в першій доданок внесемо $\vec{g}_i$ під знак частинної похідної. Одержимо вираз:

$$\frac{d}{dt} \sum_{i=1}^n m_i \frac{\partial \vec{g}_i^2}{2 \partial \dot{q}} - \sum_{i=1}^n m_i \frac{\partial \vec{g}_i^2}{2 \partial q_v} = \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial}{\partial \dot{q}_v} \sum_{i=1}^n \frac{m_i \vec{g}_i^2}{2} - \frac{\partial}{\partial q_v} \sum_{i=1}^n \frac{m_i \vec{g}_i^2}{2}$$

Враховуючи те, що $\sum_{i=1}^n \frac{m_i \vec{g}_i^2}{2} = T$ (кінетична енергія), отримаємо вираз для внутрішньої суми:

$$\sum_{i=1}^n m_i \frac{d\vec{g}_i}{dt} \cdot \frac{\partial \vec{r}_i}{\partial \dot{q}_v} = \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v}$$

З врахуванням цього, рівність (1.21) набуде вигляду:

$$\sum_{i=1}^n m_i \vec{W}_i \delta \vec{r}_i = \sum_{v=1}^r \left(\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v} \right) \delta q_v \quad (1.22)$$

Підставимо (1.21) і (1.4.18) в рівність (1.19):

$$\sum_{v=1}^r Q_v \delta q_v - \sum_{v=1}^r \left(\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v} \right) \delta q_v = 0$$

Перемножимо останнє рівняння на (-1) і об'єднаємо суми, отримуємо:

$$\sum_{v=1}^r \left(\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v} - Q_v \right) \delta q_v = 0 \quad (1.23)$$

Однак, узагальнені можливі переміщення δq_v є величини незалежні і тому тотожна рівність останньої суми нулю буде за умови, коли кожен коефіцієнт при δq_v буде рівним нулю.

Отже,

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v} - Q_v = 0$$

або

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v} = Q_v$$

Ми отримали рівняння Лагранжа другого роду.

Рівняння Лагранжа другого роду не є диференціальними рівняннями другого порядку в частинних похідних (відносно кінетичної енергії). Справа в тому, що вони не використовуються для визначення кінетичної енергії системи.

Кінетична енергія системи визначається через узагальненні швидкості і узагальненні координати. Після чого отриманий вираз для кінетичної енергії підставляється в рівняння Лагранжа другого роду. В результаті цього рівняння Лагранжа другого роду перетворюються в звичайні диференціальні рівняння другого порядку відносно узагальнених координат та узагальнених швидкостей.

Основними недоліками даної методики викладання є те, що:

- більшість часу викладач розташований спиною до аудиторії;
- для виведення допоміжних формул, викладач витрачає час, який можна використати на пояснення нового матеріалу;
- при цьому порушується послідовність і структурованість викладу навчального матеріалу
- студентам складно прослідкувати логіку і послідовність формулювань, викладок.

Доцільніше виведення допоміжних формул винести на самостійне

опрацювання, тоді як звільнений час відвести на пояснення фізичної суті рівнянь [7], однак, як зазначалось вище, не кожен студент в самостійному режимі має хист і відповідну математичну підготовку для виконання необхідних математичних перетворень.

Враховуючи вище перелічені та інші складнощі у вивченні питань теоретичної фізики і потребу у їх ліквідації, нами розроблено і адаптовано до лекції такого виду мультимедійні додатки.

Розпочинається презентаційний ряд, що містить 15 слайдів зі змісту навчального матеріалу теми (рис. 1.28), в якій розглядається виведення рівнянь Лагранжа першого роду та два способи виведення рівнянь Лагранжа другого роду.

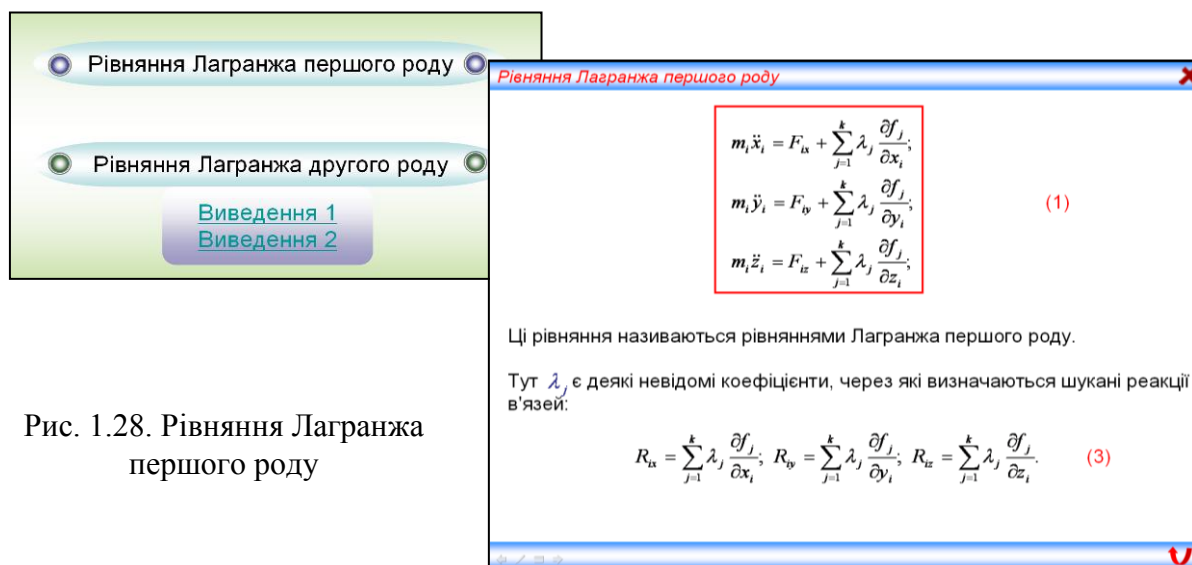


Рис. 1.28. Рівняння Лагранжа першого роду

Згідно навчальної програми для педагогічних університетів, рівняння Лагранжа першого роду в курсі теоретичної механіки не розглядаються. Однак ними не слід ігнорувати, оскільки значна кількість фізичних задач можуть описуватися ними. Тому при розробці даного мультимедіа супроводу частина презентаційного ряду відведена розгляду рівнянь Лагранжа першого роду, користуючись яким викладач, витративши мінімум часу на лекції, матиме змогу пояснити фізичну суть рівнянь та подати їх математичні вирази. Студенти самостійно, в позаурочний час, без обмеження інтервалу часу, використовуючи цей же презентаційний ряд і систему гіперпосилань, зможуть вивести рівняння Лагранжа першого роду. До першого пункту прикріплено гіперпосилання, використавши яке можна перейти до слайдів (рис. 4.33), на яких наводиться виведення рівнянь даного типу [15]. Другий пункт плану лекції містить два підпункти, у яких розглядають два способи виведення рівнянь Лагранжа другого роду.

Спосіб виведення 1 був розглянутий раніше на прикладі план-конспекту лекції, і, як зазначалося, має ряд недоліків, для виправлення яких власне і була розроблена дана мультимедійна лекція (рис. 1.29).

По-перше, на початку лекції у студентів можуть виникнути запитання щодо змісту. Наприклад, що таке узагальнені координати, ступені вільності, голономні ідеальні в'язі тощо. Для усунення причин виникнення даних питань,

до кожного з формулювань прикріплене гіперпосилання, яке відкриває вікно-довідник, у якому пояснюється суть даного поняття (рис. 1.30).

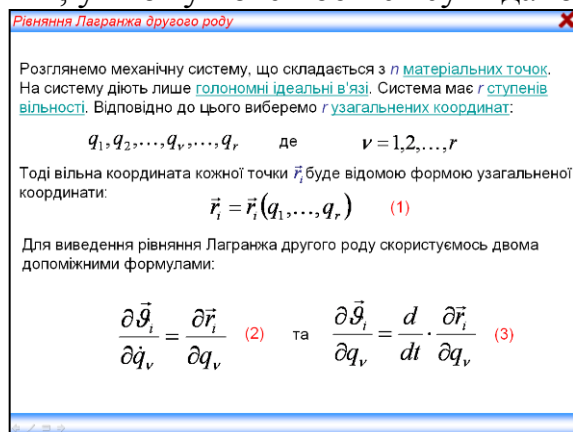


Рис 1.29. Рівняння Лагранжа другого роду

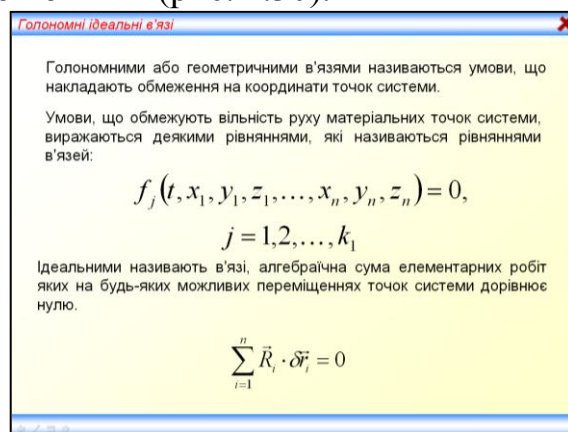


Рис. 1.30. Голономні ідеальні в'язі

По-друге, не затрачається час на виведення допоміжних рівнянь, оскільки у презентаційному ряді передбачені гіперпосилання, в яких описується спосіб їх виведення. Наприклад, до формули (2) на рис. 1.31 прикріплене виведення у вигляді самостійного слайду (рис. 1.32).



Рис. 1.31. Виведення допоміжного рівняння

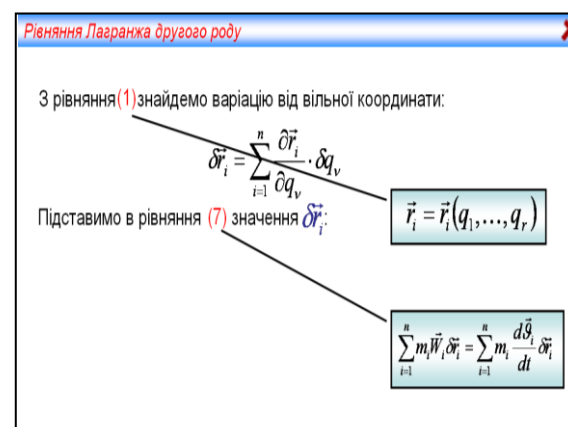


Рис. 1.32. Зразок допоміжних виносков

По-третє, з метою дотримання темпу лекції, зменшення втрат часу на пригадування деяких викладок, дотримання чіткої організації та послідовності викладу теми передбачена система спеціальних виносков, за допомогою, яких можна швидко переглянути рівності, які в ході виведення рівнянь використовуються, але до складу слайду, який розглядається не увійшли (рис. 1.32).

В даній мультимедіа розробці розглянутий інший спосіб виведення рівнянь Лагранжа, який полягає у використанні принципу Остроградського-Гамільтона. Такий спосіб розглядається, згідно робочої програми, на декілька лекцій пізніше. Доцільно винести даний спосіб виведення на самостійне опрацювання студентами, адже на цей час вони вже мають уявлення про структуру рівнянь Лагранжа, тому особливих труднощів при їх виведенні даним способом, не виникає. Цьому сприяє і детальне покрокове подання навчального матеріалу у

пропонованому презентаційному ряді.

Отже, використання мультимедійних засобів і методів навчання під час проведення лекції на тему «Рівняння Лагранжа», має ряд відчутних переваг:

- відкидає необхідність повторного пояснення важливих термінів та понять, які розглядалися раніше;
- дозволяє значно скоротити час затрачений на виведення допоміжних формул та рівнянь;
- не порушує організації та послідовності викладу нового матеріалу;
- сприяє формуванню вольових якостей самостійної роботи над навчальним матеріалом;
- підвищує рівень усвідомлення начального матеріалу;
- формує інформаційну та комунікативну компетентності майбутнього учителя фізики.

Розглянемо застосування засобів мультимедіа для вивчення фізичних теорій на прикладі курсу теоретичної електродинаміки.

Вивчення класичної електродинаміки в курсі загальної фізики розпочинається з аналізу найпростіших взаємодій електричних зарядів і струмів електростатики, магнітостатики. В міру розгляду більш загальних (динамічних) ситуацій, що відображені в законі електромагнітної індукції Фарадея і струмами зміщення Максвелла здійснюється перехід до узагальнень високого ступеня – повної системи рівнянь Максвелла [4, с.371, 3, с.375].

Структурування електродинаміки в теоретичній фізиці має одразу базуватись на постулюванні повної системи рівнянь Максвелла [12] та виразу для електромагнітної сили або за традиційною схемою [11], що заснована на узагальненні фундаментальних експериментальних законів: Кулона, Біо-Савара-Лапласа, електромагнітної індукції, закон збереження електричного заряду тощо.

У фундаментальних курсах теоретичної фізики в якості аксіом класичної електродинаміки вибирають логічно більш сильні постулати - лагранжевий формалізм з використанням первинних понять: поняття «електричний заряд» та «електромагнітний потенціал».

У всіх підходах до структурування теоретичної електродинаміки звертається увага на розв'язання суттєвої проблеми систематизації (логічного упорядкування) отриманої множини фізичних знань про навколишній світ. Адже не одразу нове відкриття фізичної закономірності підпорядковується логічній структурі наявної фізичної науки, адже фізична наука – це не хаотичне нагромадження окремих дослідних чи теоретичних фактів про будову світу. Фізика являє собою систему фізичних теорій. Мультимедійний ряд, що розроблено для супроводження лекції «Загальна характеристика теорії Максвелла» подається у нашому дослідженні окремими слайд-фрагментами, кожен з яких містить гіперпосилання, активні вікна, у яких містяться формулювання законів та положень, введення формул та співвідношень тощо (рис.1.33).

Організація навігації зручна тим, що активні пункти (підпункти) виділені

кольором, що надає можливість швидкої орієнтації в ході презентації.

Повна система рівнянь Максвелла

Повна система рівнянь Максвелла включає 4 рівняння в диференціальній формі

$$\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\text{div } \vec{D} = \rho$$

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{j}_{\text{проп}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\text{div } \vec{B} = 0$$

Рівняння поля є лінійними. Це враховує принцип суперпозиції, який є незалежним експериментальним фактом

Перше рівняння Максвелла

В інтегральній формі

$$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

В диференціальній формі

$$\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Згідно теореми Стокса

Друге рівняння Максвелла

Струм змінюється (можливо до змінюваного струму провідності) є джерелом векторного магнітного поля, тобто такого поля, циркуляція ліній напруженості H якого по замкнутому контуру не дорівнює нулю.

Друге рівняння Максвелла в інтегральній формі:

$$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \vec{j}_{\text{проп}} d\vec{S} + \int_S \left(\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right)_n d\vec{S}$$

В диференціальній формі:

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{j}_{\text{проп}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Відповідно до теореми Стокса

Третє рівняння Максвелла

Третє рівняння Максвелла є узагальненням теореми Остроградського-Гаусса

$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$$

Враховуючи теорему Гаусса:

$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \text{div } \vec{D} dV$$

$\text{div } \vec{D} = \rho$

Четверте рівняння Максвелла

Четверте рівняння Максвелла є узагальненням теореми Остроградського-Гаусса для потоку магнітної індукції:

$$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Диференціальна форма теореми Остроградського-Гаусса для потоку магнітної індукції:

$$\text{div } \vec{B} = 0$$

- четверте рівняння Максвелла

Магнітне поле не є джерельним. Воно вихрове, лінії індукції $\vec{B}$ магнітного поля замкнуті.

Лінії $\vec{B}$ не мають ні початку, ні кінця. Це означає, що немає магнітних зарядів, які створювали б магнітне поле, як електричні заряди є джерелом електричного поля.

Рис. 1.33. Копії екрана основного мультимедійного ряду «Рівняння Максвелла»

Під час розробки мультимедіа ряду ми намагались чітко дотримуватись думки, що вивчення електродинаміки має висвітлювати всі аспекти методики викладання фізичної теорії взагалі. Це важливо, адже фізичні теорії, будучи засвоєними, самі набувають функції методу одержання нових знань і є джерелом творчого переходу до організації учителем процесу навчання.

Водночас формування знань основ теорії Максвелла мають базуватися на дотриманні принципу науковості, використанні належного математичного апарату з метою досягнення розуміння фізичної суті основних тверджень і положень, що забезпечує формування цілісної фізичної картини світу у особистості.

Дотримуючись традиційної у методиці навчання схеми вивчення фізичної теорії та принципів науковості, наступності і доступності формується система знань даної теми. Зокрема наголошується, що в теорії Максвелла розв'язується основна задача електродинаміки, що формулюється як задача визначення характеристик електромагнітного поля заданої системи електричних зарядів.

Звертається увага на те, що теорія Максвелла являє собою

феноменологічну теорію електромагнітного поля і тому відповідає потреба розгляду у ній будови середовища і внутрішнього механізму перебігу процесів в середовищі з магнітним полем. Завдяки тому, що в теорії Максвелла розглядаються макроскопічні електромагнітні поля макроскопічних заряджених тіл і струмів, її називають макроскопічною.

Можливості засобів мультимедіа дозволяють швидко адаптувати студента до осмислення відповідних математичних перетворень завдяки наявності гіперпосилань до довідника термінів, формулювання теорем (рис.1.34), динамічних комп'ютерних моделей.

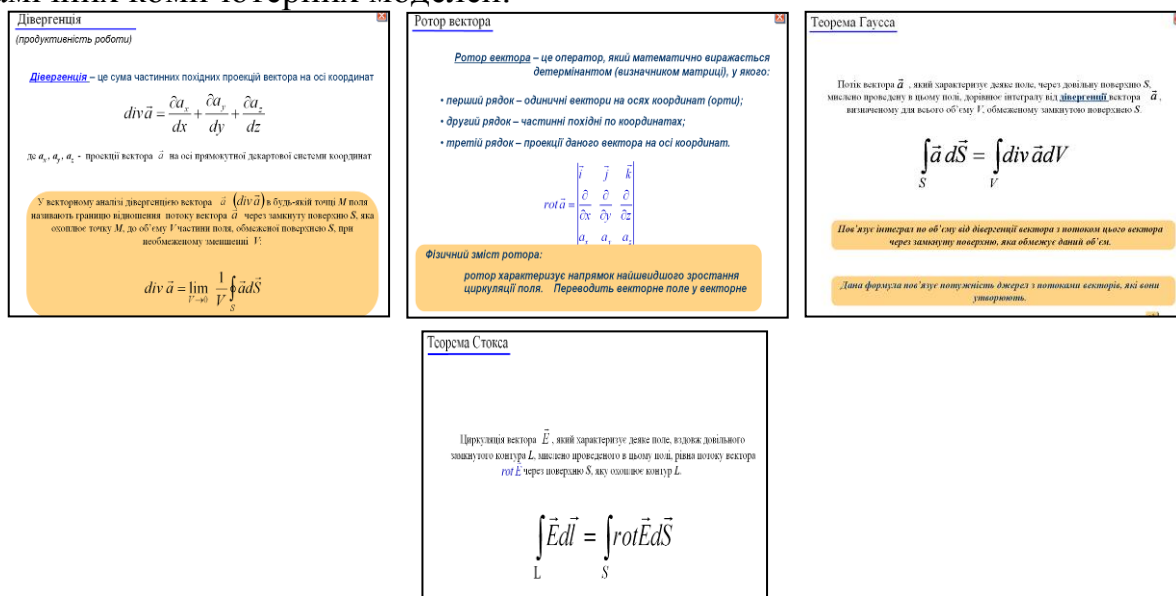


Рис. 1.34. Кадри гіперпосилань довідника термінів з мультимедійного ряду «Рівняння Максвелла»

Запропонований і використовуваний у практичній роботі мультимедіа додаток для супроводу занять розділу складається із 50 кадрів основного презентаційного ряду та 60 кадрів гіперпосилань. У лекцію, яка читається згідно до традиційної методики, такий обсяг навчального матеріалу вмістити майже не реально, тим паче встигнути досить ефективно висвітлити систему рівнянь Максвелла як цілісну систему протягом заняття.

З метою перевірки та корекції знань навчального матеріалу лекції пропонуємо проводити бліц-контроль за допомогою тестових завдань типу:

1. Вкажіть зайве твердження:

- $\text{div} H = 0$, магнітних зарядів не існує;
- $\oint \vec{H} d\vec{S} = 0$;
- $\text{rot} H = j$, магнітне поле вихрове;
- $\oint H dl = \sum I_i$;
- $\text{div} D = \rho$.

2. Підтвердіть чи заперечте твердження:

Рівність $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q}{r_i^3} \cdot \vec{r}$ виражає принцип суперпозиції електричних полів.

- так;
- ні.

1.4. Методичні особливості організації практичних занять у вищій школі з використанням мультимедіа-ресурсів.

Важливою характеристикою фахової фізичної освіти є правильне співвідношення між теоретичними знаннями і їх практичним застосуванням. Системний підхід передбачає виділення значних ресурсів часу для формування конкретних умінь та навичок розв'язування фізичних задач, проведення

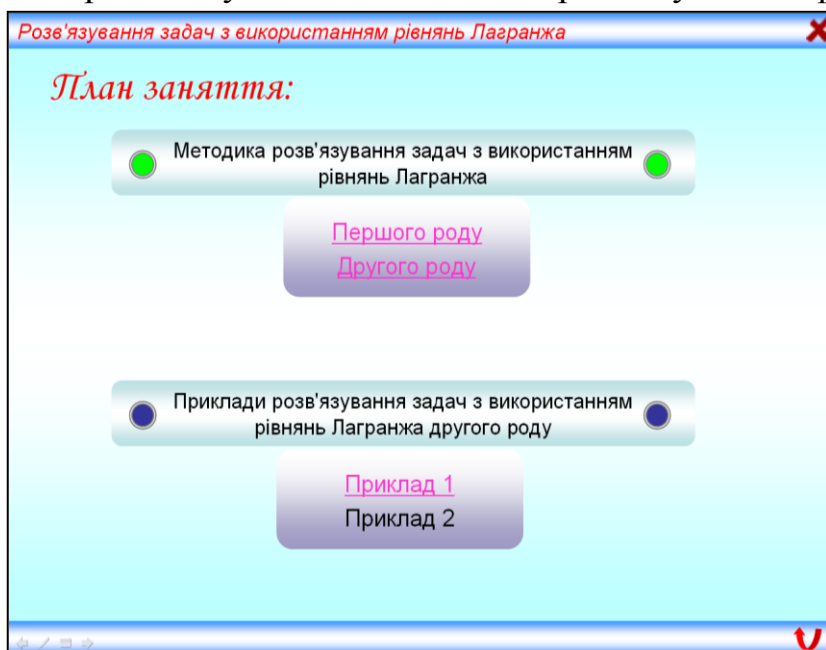


Рис. 1.35. Вступний слайд

дослідів та експериментів. Однак із перших кроків вироблення таких умінь є навчання розв'язуванню типових навчальних задач, які спрямовані переважно на повторення навчального матеріалу, що є важливим і обов'язковим компонентом навчання, та застосування знань до розв'язання стандартних проблем, що містить елементи невідомого.

В цьому контексті наведемо приклад комп'ютерного

супроводження практичного заняття з курсу теоретичної фізики (для зручності у поєднанні з раніше описаним теоретичним матеріалом). Практичні заняття з теоретичної механіки мають ряд особливостей, які зумовлені складністю даного курсу. Ці особливості виявляються у використанні складного математичного апарату, осмисленні умов задач, які вимагають розвиненого абстрактного мислення. Завдання викладача полягає в методично грамотній організації заняття, а не лише в наведенні способів розв'язування задач певного типу [8].

Для успішного засвоєння знань студентами та відпрацювання ними навичок розв'язування задач необхідно спростувати подання задач, разом з тим більше уваги приділяти їх фізичній суті. Для досягнення цієї мети доцільно використовувати засоби мультимедіа та комп'ютерного моделювання.

Даний презентаційний ряд складається з вступного слайду (рис. 1.35), на якому розміщено два вкладення:

- методика розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа;
- приклади розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа другого роду.

При натискуванні кнопкою миші на першому блоці відкривається підменю в якому можна обрати вид рівняння та по прикріпленому до нього гіперпосиланні перейти на слайд з описом методики розв'язування задач (рис.

1.36).

Рівняння Лагранжа першого роду	Розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа другого роду
Методика розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа першого роду: 1) Диференціюємо рівняння в'язей (2) два рази по часу і дістаємо, таким чином, k співвідношень між проекціями прискорень $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ точок системи на осі координат. 2) У ці співвідношення підставляємо вирази $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ визначені з (1), та знаходимо систему k рівнянь з k невідомими множниками λ_j. 3) Розв'язуємо одержану систему рівнянь і визначаємо коефіцієнти λ_j, як функції від часу, проєкцій швидкостей та прискорень. 4) Знайдені вирази для коефіцієнтів λ_j підставляємо в диференціальні рівняння (1). 5) Для визначення закону руху матеріальної системи інтегруємо одержану систему диференціальних рівнянь, враховуючи відповідні початкові умови. 6) Невідомі реакції визначаємо з рівнянь (3).	Методика розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа другого роду 1) Визначити число степенів вільності рухомої матеріальної точки; 2) Вибрати узагальнені координати; 3) Надаючи матеріальній системі одного з можливих переміщень, визначити відповідну елементарну роботу прикладених сил; 4) Визначити узагальнені сили, що відповідають узагальненим координатам; 5) Обчислити кінетичну енергію системи, виразивши її як функцію узагальнених координат; 6) Визначити частинні похідні $\frac{\partial T}{\partial q_j}$ і $\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j}$. 7) Скласти рівняння руху матеріальної точки і проінтегрувати їх, враховуючи початкові умови.

Рис. 1.36. Фрагменти з мультимедійного ряду для практичного заняття

Не дивлячись на те, що задачі на рівняння Лагранжа першого роду в курсі теоретичної фізики педагогічного університету і не розглядаються, можливість їх використання на практиці розглянути варто.

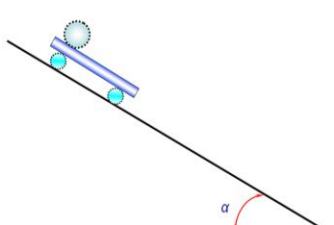
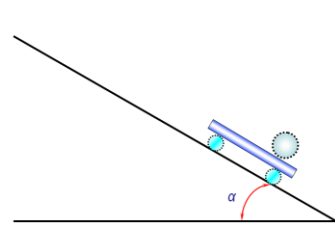
Приклад розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа	Приклад розв'язування задач з використанням рівнянь Лагранжа
Знайти прискорення візка, по платформі якого котиться без ковзання круговий циліндр, якщо сам візок теж скочується без ковзання по площині, нахилений до горизонту під кутом α; твірні циліндра перпендикулярні до лінії найбільшого нахилу похилої площини. Маса візка без коліс дорівнює M, маса всіх коліс m, а маса циліндра M_1. колеса вважати однорідними суцільними дисками. Дано: α M m M_1 ω .-? 	Знайти прискорення візка, по платформі якого котиться без ковзання круговий циліндр, якщо сам візок теж скочується без ковзання по площині, нахилений до горизонту під кутом α; твірні циліндра перпендикулярні до лінії найбільшого нахилу похилої площини. Маса візка без коліс дорівнює M, маса всіх коліс m, а маса циліндра M_1. колеса вважати однорідними суцільними дисками. Дано: α M m M_1 ω .-? 
Дано: α M m M_1 ω .-? Обчислити відповідні кінетичні енергії: Знайти прискорення візка, по платформі якого котиться без ковзання круговий циліндр, якщо сам візок теж скочується без ковзання по площині, нахилений до горизонту під кутом α; твірні циліндра перпендикулярні до лінії найбільшого нахилу похилої площини. Маса візка без коліс дорівнює M, маса всіх коліс m, а маса циліндра M_1. колеса вважати однорідними суцільними дисками.	Дано: α M m M_1 ω .-? Обчислити відповідні кінетичні енергії: $T_1 = \frac{1}{2}(M + m)\dot{s}_1^2$ $T_2 = 4 \frac{J_1 \omega^2}{2} = m_1 r^2 \left(\frac{\dot{s}_1}{r} \right)^2 = \frac{1}{4} m \dot{s}_1^2$ $T_3 = \frac{1}{2} M_1 (\dot{s}_1 + \dot{s}_2)^2 = \frac{1}{2} (\dot{s}_1^2 + \dot{s}_2^2 + 2\dot{s}_1 \dot{s}_2)$ $T_4 = \frac{J_2 \omega_2^2}{2} = \frac{M_1 R^2}{4} \left(\frac{\dot{s}_2}{R} \right)^2 = \frac{1}{4} M_1 \dot{s}_2^2$ При обчисленні відповідних кінетичних енергій припускалося, що колеса та циліндр котяться без ковзання.

Рис. 1.37. Фрагменти ДКМ до розв'язування задачі

Користуючись даними методичними рекомендаціями студенти зможуть відпрацювати навички розв'язування задач такого типу.

В другому блоці вступного слайду наведено приклади розв'язування задач з використанням рівняння Лагранжа другого роду. Основною особливістю цих

задач є те, що їх умови складені для рухомих систем тіл, і осмислення такої задачі, особливо коли рисунок до неї виконано статично, значно ускладнюється. Тому доцільно використовувати засоби мультимедіа для динамічного представлення умови та розв'язування задачі, а також здійснювати контроль над роботою студентів на заняттях. Для досягнення першої частини цієї мети потрібно розробити ряд динамічних моделей, які будуть відображати умову задачі та полегшати її сприйняття студентами. Друга частина може виконуватися завдяки послідовній зміні слайдів презентаційного ряду (рис. 1.37)

Як приклад використання мультимедійних засобів під час проведення практичних занять розглянемо типову задачу з курсу загальної фізики. Розв'язання її по суті визначається, як і для переважної кількості фізичних задач, чітко виконаним рисунком. Мультимедійний ряд такої демонстраційної комп'ютерної моделі передбачає послідовність вибудови рисунка, базуючись на конкретних знаннях і вміннях студента застосовувати правило свердлика, додавання векторів тощо (рис. 1.38).



Рис. 1.38. Фрагменти прикладу презентації розв'язку задачі

Засоби мультимедіа надають можливість забезпечення розширення обсягу і глибини суті фізичного поняття. Розглядаючи задачі, які тісно пов'язані з вивченням теоретичних питань, відкривають додаткові шляхи відшукування та пояснення окремих наслідків теорії, які можуть бути підтверджені експериментом. Прикладом такої задачі, яка доповнює теоретичні знання та вказує на практичне застосування теорії, може бути нижче представлена задача.

З теорії Френеля можна отримати ряд чудових, іноді парадоксальних наслідків. Одне із них – можливість використання в ролі збиральної лінзи так званої зонної пластинки.

Якщо на шляху монохроматичного світлового пучка помістити пластинку, на якій в місці розташування всіх парних зон нанесені концентричні кільця з непрозорого матеріалу (рис. 1.39), то в точку спостереження приходимуть коливання тільки від непарних зон, що відбуваються в одній і тій же фазі:
 $A = A_1 + A_3 + A_5 + \dots + A_{2k+1}$.

В результаті інтерференції цих коливань повинен виникнути максимум: освітленість в точці О повинна значно зрости, після того, як майже половина площі отвору буде закрыта непрозорим екраном.

Досвід повністю підтверджує правильність цього припущення. Дія зонної пластинки не спростовує, як це може показатися, закону збереження енергії. Закривання половини зон непрозорим екраном супроводжується не тільки збільшенням амплітуди світлових коливань в точці спостереження, але і одночасно зменшенням амплітуди світлових коливань в інших точках, тобто зонна пластинка діє подібно до збиральної лінзи. Повна енергія світлового потоку, що проходить через зонну пластинку, рівна лише половині енергії світлового потоку, який проходить через отвір при відсутності цієї пластинки.

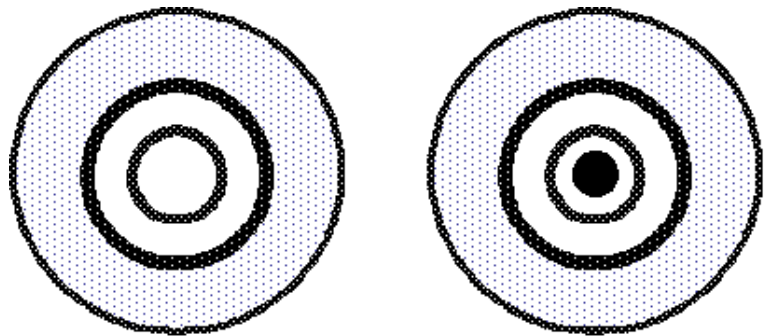


Рис.1.39.

Задача.

На круглий отвір радіусом 1,5 мм нормально падає плоска монохроматична світлова хвиля. На відстані 0,6 м від отвору розташований екран. Визначити радіуси зон Френеля, їх площі і число зон, що появляються на отворі. Довжину світлової хвилі вважати рівною 0,6 мкм (червоне світло).

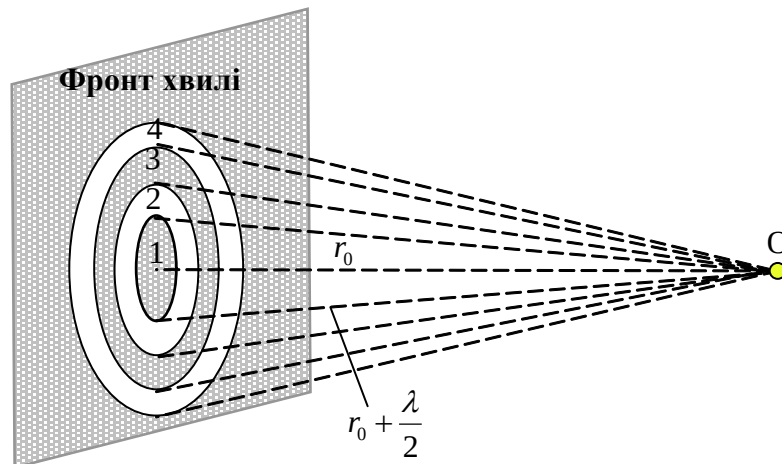


Рис.1.40

Розв'язок:

У цьому випадку зони Френеля являють собою кільця, що лежать в площині отвору (рис. 1.40). Радіус кільця з номером k знайдемо, скориставшись теоремою Піфагора $\rho_k^2 = r_k^2 - r_0^2$ але $r_k = r_0 + k\lambda/2$, відповідно $\rho_k^2 = (r_0 + k\lambda/2)^2 - r_0^2 = kr_0\lambda + k^2\lambda^2/4$.

Другим множником при малому числі k можна знехтувати, оскільки $\lambda \ll r_0$. Тоді $\rho_k^2 = kr_0\lambda = k \cdot 0,36$

Площа зони Френеля рівна різниці площ двох кругів, номери яких відрізняються на одиницю: $S = \pi\rho_k^2 - \pi\rho_{k-1}^2 = \pi kr_0\lambda - \pi(k-1)r_0\lambda = \pi r_0\lambda = 1,13$.

Отже площі зон рівні.

Число зон, що появляються на отворі отримаємо поділивши площу отвору на площу однієї зони: $k = \frac{\pi \cdot a^2}{S} = \frac{\pi \cdot a^2}{\pi r_0 \lambda} = \frac{1,5^2}{600 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}} = 6,25$.

Відповідь. На отворі з'являється близько шести зон Френеля.

Важливо, що за такої організації роботи на практичному занятті викладач, поставивши завдання перед студентами, не працює біля дошки сам чи з окремим студентом, постійно повторюючи виведення одних і тих же або подібних формул, а більше часу виділяє організації індивідуальної роботи студентів, спостерігає і корегує її, залучає студентів до активного діалогу з метою формування предметної та комунікативної компетентностей. Текстове подання матеріалу дозволяє навести у роботі декілька стоп-кадрів динамічної моделі, яка пропонується студентам на етапі усвідомлення умови задачі, уточнення ознаки чи означення, повторення алгоритму (рис.1.37, 1.38).

Застосування таких прийомів і методів під час організації занять з розв'язування фізичних задач розвиває у студента образне мислення та уяву, зводить до мінімуму відчуття не комфортності за умови відсутності деяких елементів знань. В цілому, використання мультимедійних засобів і методів навчання розв'язуванню фізичних задач стимулює студента до активної участі у цьому виді діяльності.

1.5. Мультимедійні засоби та методи навчання в системі організації самостійної роботи студентів з формування предметної компетентності

У зв'язку з тотальною комп'ютеризацією навіть у фундаментальних дисциплінах помітна переорієнтація педагогічних акцентів. Початок у змінах сприйняття інформаційного матеріалу поклала так звана система вікон розширення. Вона значно спрощує пошук інформації, і оскільки легко засвоюється молодими людьми, то підмінює собою продумування шляхів пошуку інформаційних масивів і аналізу їх змісту простим натискуванням «кнопок» за ключовими словами та «іконок».

Подібна система використана нами для написання посібника для студентів з курсу «Коливання і хвилі» [17]. У традиційному (на паперовому носії) посібнику відсутні громіздкі аналітичні судження, виведення і розрахунки, більше уваги надається конкретним результатам, а звичайний текст замінюють гіпертекстові гіпермедіа.

У зв'язку з квазімультимедійним характером посібника, інформація у ньому поділена на декілька потоків (вивід формул, історична довідка, демонстраційна або комп'ютерна модель, відеозапис натурального експерименту тощо). Кожна сторінка дещо нагадує екран монітора, де розташовані «кнопки», натискування курсору на яких виводить на екран монітора (у електронній версії підручника) вибрану інформацію.

Нова парадигма сучасної освіти орієнтує навчальний процес у вищих навчальних закладах освіти на створення для студентів можливостей займати не просто активну, а творчу ініціативну позицію, що спрямована на

самостійний пошук нових знань, на досягнення нових пізнавальних орієнтирів в опануванні майбутньою професійною діяльністю.

Самостійна робота студентів має розглядатись як специфічна пізнавальна діяльність, яка поряд з іншими формами організації навчального процесу реалізується самими студентами за запропонованою викладачем або власне розробленою програмою, що поглиблює, доповнює та надає якісний зміст її аудиторному аналогу.

Така діяльність студентів потребує відповідної організації та дидактичного забезпечення навчального процесу, зокрема, наявності навчальних посібників чи підручників. Слід зазначити, що навчальна цінність електронного навчального посібника значно посилюється за рахунок дидактичних можливостей мультимедійних технологій, а саме анімаційних ефектів, відеокліпів, аудіосупроводу, використання словників тощо. Задовільнити ці потреби значною мірою може електронний посібник. Він являє собою інтерактивний мультимедійний ресурс, представлений у мережі або на компакт-дисках. Нами розроблений і апробований посібник з розділу «Коливання і хвилі». Вся інформація, що міститься в ньому, систематизована і розбита на модулі. При цьому кожен модуль включає теорію, питання для самоконтролю, тести до вивченого матеріалу, роботу з різноманітними моделями, а також мультимедійні (звук, відео, анімацію, графіку) і інтерактивні (гіперпосилання, інтерактивні кнопки, завдання тощо) елементи [13].

Створення електронного посібника з фізики має свої специфічні особливості. Вони випливають з того, що описання фізичних явищ потребує, з одного боку, формалізації, застосування складного математичного апарату, а з іншого – розвитку просторової уяви, моделювання, відчуття динаміки фізичних процесів, чуттєвого сприйняття. Електронний посібник дає можливість у всій повноті реалізувати ці завдання.

До характерних особливостей електронного посібника з фізики слід віднести:

- 1) можливість візуалізації в динамічному режимі складних математичних представлень фізичних процесів;
- 2) можливість швидкого повторення необхідних математичних викладок для пояснення фізичних процесів;
- 3) можливість перегляду відеозйомок демонстрації фізичних процесів та демонстраційних комп'ютерних моделей;
- 4) використання фрагментів відеофільмів та іншої довідкової інформації в активному режимі.

У посібниках з фізики дуже часто використовуються графічні зображення, які логічно вибудовуються, доповнюються і врешті рисунки набувають досить складного вигляду, важкого до сприйняття у традиційному представленні. Комп'ютерні програми надають можливість спростити і унаочнити цей процес завдяки поступовому ускладненню викладу, коли попередні кадри зберігаються, а наступні поступово додають нові елементи схеми чи установки. Такий прийом важко відтворити у традиційному друкованому варіанті через значне зростання обсягу посібника, але цілком є доступним в електронному

варіанті.

У порівнянні із традиційним посібником на паперовому носії, електронний варіант має як переваги, так і недоліки. Основним недоліком електронного посібника можна вважати прив'язаність до комп'ютера і незручність читання на екрані комп'ютера. Однак, такий недолік в принципі легко усувається. Для цього необхідно, щоб електронний посібник мав також друкований аналог, причому електронний і друкований варіанти повинні бути ідентичними. В такому випадку розкриваються усі переваги електронного варіанту посібника, які розширюють його навчальні можливості, оскільки студент може працювати з паперовим варіантом посібника і за потреби звертатись до електронного варіанту, який містить мультимедійні додатки.

При створенні електронного посібника важливе значення має спосіб подання змісту навчального матеріалу. У розв'язанні цього питання прослідковується два підходи. Перший підхід – традиційний варіант посібника в розширеному електронному варіанті через систему гіперпосилань наповнюється додатковими ілюстраціями, анімаційними кліпами, словниками, додатковою літературою тощо. При другому підході створюється скорочений варіант посібника (рис.1.41), а розширення його інформативних можливостей також реалізується через систему гіперпосилань. Нами був вибраний другий варіант як більш перспективний. Виходили ми з тих міркувань, що текст посібника повинен бути максимально лаконічним, добре структурованим і зрозумілим для студента. Як правило, таким вимогам найбільше відповідають тексти лекцій, матеріал яких старанно і багатократно опрацьовується, оновлюється і вдосконалюється викладачем. Навчальний посібник на основі курсу лекцій має мінімальний обсяг і з нього може бути легко виготовлений друкований варіант. Поглиблення ж і розширення знань студента здійснюється за допомогою гіперпосилань, що є в електронній версії. Через гіперпосилання подається також повторення матеріалу, довідкова інформація і самоконтроль. Можливість додаткових пояснень зазначається як в друкованому тексті, так і в електронному варіанті посібника. Для проведення інтерактивного діалогу в комп'ютерному варіанті передбачається перегляд демонстраційних комп'ютерних моделей з можливістю дослідження (рис.1.42). Так під час вивчення явища дифракції на дифракційній решітці, студент при роботі з ДКМ може змінювати значення довжини хвилі (колір падаючого на решітку світла) та спостерігати за зміною вигляду дифракційної решітки. Залишивши незмінною довжину хвилі, вивчається вплив числа штрихів решітки (постійна решітки) на результат дифракції. Електронна версія на відміну від паперового носія містить

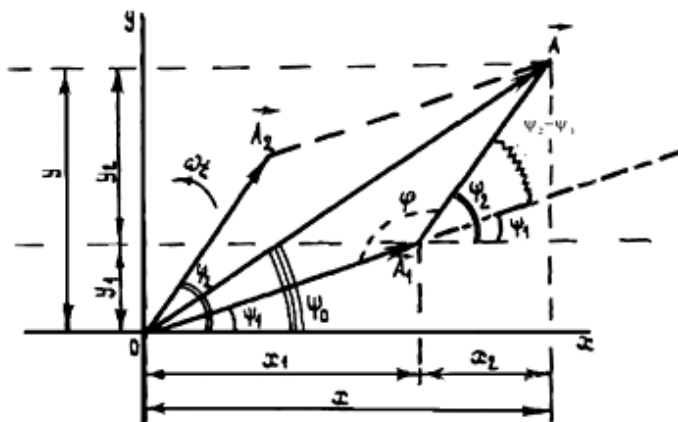


Рис. 1.42. Приклад рисунка з посібника

Електронна версія на відміну від паперового носія містить

такі гіперпосилання, активізація яких дозволяє глибшому і усвідомленому сприйняттю навчального матеріалу під час роботи студента у самостійному режимі.

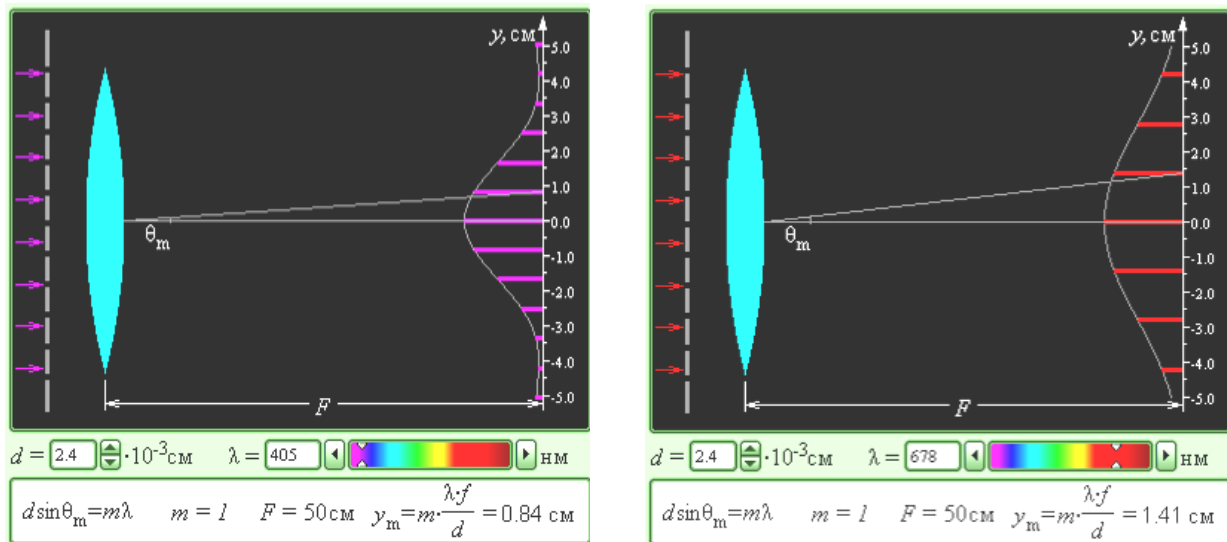


Рис.1.42. Кадри ДКМ «Дифракційна ґратка»

Текст забезпечується контрольними питаннями, які вимагають відповідних дій студента, а також проблемними завданнями. Студент може ознайомитися з оцінкою своїх відповідей і при невдалих відповідях, за бажанням, має можливість отримувати підказки. В такому випадку реалізується не тільки контрольна, але й активна, мобілізуюча навчальна функція контролю.

Як приклад динамізації складного статичного рисунка, який прояснює суть питання наведемо кадри із презентаційного ряду (5 слайдів), в якому ілюструється векторна діаграма додавання двох коливань (рис.1.43). На паперовому носії посібника на правій стороні сторінки є відповідна позначка, яка в електронній версії проглядається як анімація, що дозволяє студенту переглянути утворення векторної діаграми.

На рисунку показані окремі послідовні кадри кліпу анімаційного представлення операцій знаходження амплітуди A результуючого коливання, утвореного двома коливними процесами, з амплітудами коливань відповідно A_1 і A_2 .

Зручним доповненням до тексту конспекту чи посібника, обсяг якого видавничо обмежений, є електронна версія його з гіперпосиланнями для відтворення складних математичних доведень. Під час заняття студент відслідковує хід виведення, при виникненні запитань, консультується з викладачем. Під час самостійної роботи йому надається можливість через гіперпосилання пригадати математичний вираз закону чи принципу, звертатись до попереднього матеріалу для пригадування функціональних залежностей між фізичними величинами, формул, означень тощо.

Додамо вектори $\vec{A}_1$ і $\vec{A}_2$.	Початок вектора $\vec{A}_2$
	паралельним переносом

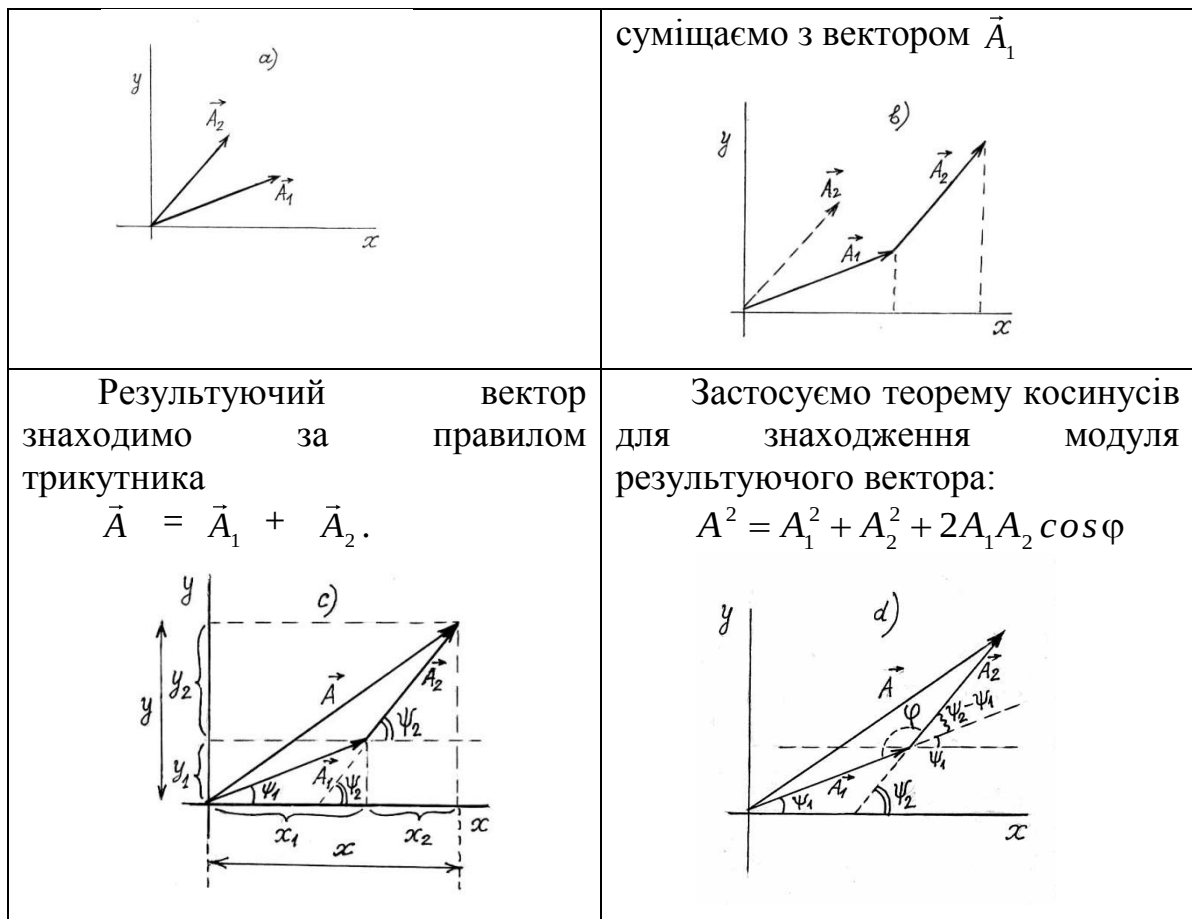


Рис. 1.43. Фрагменти динамічної комп'ютерної моделі

Фрагмент сторінки електронного посібника з відповідними позначками для гіперпосилань має вигляд, зображений на рисунку (рис.1.44).

4. Рівняння Максвелла в диференціальній формі

Рівняння Максвелла в інтегральній формі застосовуються до поверхонь будь-якої величини, тому величини $\vec{E}, \vec{H}, \frac{d\vec{B}}{dt}, \frac{d\vec{D}}{dt}$, що у них входять, відносяться до різних точок поля. Однак можна перетворити ці рівняння у таку форму, щоб усі величини відносились до однієї і тієї ж точки простору. Для цього рівняння Максвелла треба застосувати до поверхонь безмежно малої величини (аналогічно до того, як це робиться при виведенні рівняння Пуассона). Тоді одержимо такі системи диференціальних рівнянь (замість рівнянь 16)):

$$\frac{dH_z}{dy} - \frac{dH_y}{dz} = \frac{dD_z}{dt} + j,$$

$$\frac{dH_x}{dz} - \frac{dH_z}{dx} = \frac{dD_x}{dt} + j,$$

$$\frac{dH_y}{dx} - \frac{dH_x}{dy} = \frac{dD_y}{dt} + j,$$

$$\frac{dB_x}{dx} + \frac{dB_y}{dy} + \frac{dB_z}{dz} = 0,$$

$$\frac{dD_x}{dx} + \frac{dD_y}{dy} + \frac{dD_z}{dz} = \rho$$

(19)

Рис.1.44. Фрагмент сторінки посібника для самостійної роботи

Такі гіперпосилання важливі тому, що курс фізики містить розділи, вивчення і розуміння яких потребують розвинутого образного мислення, уміння аналізувати, порівнювати, тому великою підмогою тут можуть бути

анімації. Оскільки в посібнику кожен рисунок пояснює певний фізичний процес, то комп'ютерний варіант посібника передбачає можливість розгляду явища (процесу) в динамічному режимі.

Для усвідомленого засвоєння фізичних процесів важливу роль відіграє демонстраційний експеримент. На жаль, сучасний стан фізичних кабінетів в багатьох школах, вимагаючи значного покращання матеріальної бази, суттєво знижує можливості проведення фізичного експерименту і відповідно зменшує якість засвоєння навчального матеріалу. Розроблені нами комп'ютерні моделі на основі реальних демонстрацій дають змогу візуалізувати фізичний процес, звернути увагу на фізичну суть явища і показати його в динамічному режимі, що сприяє кращому усвідомленню навчального матеріалу і глибокому засвоєнню фізичних знань. Демонстраційний експеримент в електронному посібнику зручно доповнити мультимедійною анімацією фізичного явища чи процесу. Демонстрації в електронному посібнику досить ефективно можуть бути представлені кліпом із відеозйомкою. Для посібника "Коливання і хвилі" [17] розроблено цілий ряд кліпів як з мультимедійною анімацією фізичних явищ, так і з відеозйомкою натурального демонстраційного експерименту (імітація поздовжніх і поперечних хвиль, відеозйомка поширення хвиль на воді і виникнення інтерференційної картини, демонстрація виникнення фігур Ліссажу тощо). Таким чином, комп'ютерне моделювання дає змогу створити на екрані наочну динамічну картину фізичного досліду або явища і відкриває широкі можливості для вдосконалення методики проведення занять. На наявність демонстрації в електронному посібнику вказує наявність відповідної позначки.

Важливим елементом унаочнення в електронному посібнику є також застосування аудіосупроводу під час записів, геометричних побудов, математичних доведень, демонстрацій фізичних явищ.

Суттєву роль для активізації процесу навчання відіграє демонстрація відеокліпів з кінофільмів про життя і діяльність вчених, фотографії навчальних закладів, дослідницьких лабораторій, експериментальних установок тощо. Наприклад, у електронній версії підручника під час розгляду рівнянь Максвелла студент може переглянути кліп з історичним екскурсом у життя і наукову діяльність Максвелла (рис. 1.45). Для розробки комбінованого електронного посібника для самостійної роботи студентів ми використовували редактор Microsoft Power Point [16], який входить до пакету Microsoft Office.

Електронні посібники належать до засобів мультимедіа, які широко використовують в різних галузях науки і техніки. Завдяки комп'ютерному моделюванню, анімації фізичних процесів і явищ суттєво підвищується ефективність навчання. Особливого значення електронні навчальні посібники мають для студентів заочної та дистанційної форми навчання, а також для самостійної роботи студентів очної форми навчання.

Такий вид діяльності з електронним навчальним посібником як суто індивідуальне переосмислення знань, доповнює активні форми навчання, що практикуються під час аудиторних занять з метою перетворення знань в уміння, навички і переконання.



Рис. 1.45. Кадри з мультимедійного супроводу тексту посібника

Як результат діяльності формується власне діалектичне мислення, засвоюється методологія фізики, осмислюються внутрішні і зовнішні чинники на її розвиток як науки, що має велике світоглядне і прикладне значення. З психолого-педагогічних позицій домашня праця студента є вирішальною складовою ефективності навчально-виховного процесу, оскільки за таких умов студент в найбільшій мірі активізує свої зусилля і здібності для здобуття, переробки та осмислення навчальної інформації.

Правильно організована самостійна робота студентів сприяє виробленню культури розумової праці, формує готовність до самоосвіти, до постійного удосконалення кваліфікації, що в комплексі є необхідною умовою підготовки вчителя фізики.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Беленок И. Л. Теоретические основы профессионально-методической подготовки учителя в педагогическом вузе: На примере подготовки учителя физики: дисс... доктора пед. наук: 13.00.08 / Беленок Ирина Леонтьевна – Новосибирск, 2000. – 345 с.
2. Бушок Г. Ф. Курс фізики. Ч.1. [навчальний посібник для пед. ін-тів]/ Г. Ф. Бушок, Г.Ф. Півень – Київ: Вища школа. Головне вид-во, 1982. – 408 с.
3. Бушок Г. Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе / Г. Ф. Бушок, С. Ф. Венгер – Киев: ДП «Такі справи», 2000. – 415 с.
4. Бушок Г. Ф. Наукові основи викладання загальної фізики / Г. Ф. Бушок, Б. С. Колупаєв – Рівне: Діва, 1999. – 410 с.
5. Детлаф А. А. Курс физики: [учеб. пособие для втузов] / А. А. Детлаф,

Б. М. Яворский – М.: Высшая школа, 1989. – 608 с.

6. Дидактика средней школы: некоторые вопросы современной дидактики / [под ред. Скаткина М.Н.]. – М.: Просвещение, 1982. – 319 с.

7. Заболотний В. Ф. Інформаційно-комунікативна компетентність майбутнього учителя фізики / В. Ф. Заболотний // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Випуск 36. Серія: Педагогічні науки: Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2008 – № 46. – Т. 2. – С.117-120.

8. Заболотний В. Ф. Комп'ютерне моделювання в системі професійної компетентності учителя фізики / В. Ф. Заболотний // Наукові записки. – випуск 72. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2007. – Частина 2. – С.65-70

9. Заболотний В. Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: [монографія] / Володимир Федорович Заболотний- Вінниця: «Едельвейс і К», 2009.- 454 с.

10. Ильин В. А. Новый вид обучения в вузе и школе – мультимедийные лекции / В. А. Ильин, В. В. Кудрявцев // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія педагогічна. – [«Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу»]. – Кам'янець-Подільський: КПДУ, 2006. – Вип.12. – С. 43-46.

11. Коновал О. А. Основы электродинамики: [навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів] / Олександр Андрійович Коновал. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. – 347 с.

12. Мултановский В. В. Курс теоретической физики / В. В. Мултановский, А. С. Василевський. – М.: Просвещение, 1990. – 272 с.

13. Пасічник Ю. А. Проблеми створення електронного підручника / Ю. А. Пасічник, В. Ф. Заболотний // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія педагогічна. – [«Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей»]. – Кам'янець-Подільський: КПДУ, 2004. – Вип.10. – С. 86-90.

14. Перышкин А. В. Физика: учебник для 11 класса / А. В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2000. – 321 с.

15. Савельев И. В. Курс физики: учеб. Т.1. Механика. Молекулярная физика / Савельев И. В. – М.: Наука, 1989. – 352 с.

16. Створюємо презентації Power Point / [упорядн. І. Скляр]. – К.: Ред. загальнопедаг. газ., 2005. – 112 с.

17. Сусь Б. А. Коливання і хвилі: навчальний посібник [для самостійної роботи студентів з електронним представленням] / Сусь Б. А., Заболотний В. Ф., Мислицька Н. А. – К.: ВІТІ НТУУ «КПІ», 2009. – 191 с.

18. Якушевич В. И. Классическая электродинамика: учебное пособие. Часть первая: основные понятия. Сила Лоренца / В. И. Якушевич, В. И. Тесленко– Красноярск: РИО КГПУ, 2007. – 184 с.

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ

2.1. Демонстраційні комп'ютерні моделі в системі засобів формування фізичних понять рівномірного руху

В кінематиці описується рух тіла (матеріальної точки) за допомогою рівняння, яке встановлює зв'язок між величинами, що визначають положення тіла в просторі і величинами, що характеризують рух, тобто зв'язок між координатами, швидкостями, прискореннями і часом руху. В з'ясуванні цієї задачі і оволодінні загальним методом її розв'язання полягає головне освітнє значення теми. Це вимагає оволодіння учнями низкою фізичних понять і модельних уявлень – матеріальна точка, система відліку, переміщення, швидкість, прискорення. До того ж повинні бути актуалізовані і розвинуті деякі математичні поняття: координати точки, векторні величини, операції з ними тощо.

Під час вивчення основ кінематики в курсі механіки учнів знайомлять з важливою для всього курсу фізики ідеєю – ідеєю відносності руху, при вивченні якої повинно бути доведено до розуміння учнями поняття відносності координат, траєкторій, переміщень і швидкостей. Засвоєні при цьому кінематичні поняття, фізичні величини та математичні співвідношення (рівняння) між ними для різних видів руху, принципи і правила їх запису будуть використовуватися учнями як у процесі вивчення інших тем, так і усього курсу фізики. Від їх засвоєння залежить якість оволодіння учнями змістом фізичної освіти та формування сучасної фізичної картини світу.

На нашу думку, усвідомлене засвоєння механіки, зокрема на етапі формування понять кінематики, можна певною мірою забезпечити на основі застосування системи демонстраційних комп'ютерних моделей у тісному поєднанні з класним фізичним експериментом.

Вивчення механіки розпочинається постановкою її основної задачі, яка полягає у визначенні положення тіла в будь-який момент часу за заданими початковими умовами. Важливість роз'яснення цієї задачі полягає в тому, що саме з неї випливає необхідність вивчення всіх основних понять механіки, які необхідні для її розв'язання. Першочергові з них – матеріальна точка, система відліку, система координат.

При формуванні поняття матеріальної точки зосереджуємо увагу учнів і детально пояснюємо те, що матеріальна точка - це реальний об'єкт (тіло), який має певні геометричні розміри, незалежно від того спостерігаємо ми його чи не спостерігаємо. Однак величина його відображення залежить від віддалі, на якій ми його спостерігаємо. Ключовою – основною ознакою цього поняття є відношення геометричних розмірів власне досліджуваного тіла та віддалі, на якій це тіло знаходиться від спостерігача.

Типова помилка авторів багатьох посібників полягає в тому, що вони при формуванні поняття матеріальної точки змінюють розміри самого тіла за рахунок масштабування, а не порівнюють розміри реального тіла з відстанню, на якій його спостерігають [7]. Причина в тому, що не зосереджується увага на визначенні відношення розмірів реального тіла до відстані, на якій ми його спостерігаємо.

При вивченні цього поняття доцільно дати таке визначення: *матеріальною точкою називають тіло, відносними розмірами якого в умовах даної задачі можна нехтувати.*

Якщо матеріальна точка – це модель реального тіла, то треба встановити межі її використання. Для цього показуємо на екрані декілька демонстраційних комп'ютерних моделей. Наприклад, рух автомобіля вздовж довгого мосту. Чим більшу відстань долає автомобіль, чим далі він знаходиться від спостерігача, тим меншими його розміри видаються і нарешті, нам видно автомобіль як точку (рис.2.1).



Рис. 2.1

Аналогічний висновок можна зробити, спостерігаючи за польотом літака.

Таким чином, поняття матеріальної точки ми формуємо не лише на абстрактному рівні а й візуально, на реальних прикладах встановлюємо умови, за яких розмірами тіла можна знехтувати під час механічного руху і визначаємо межі застосування цього поняття при вивченні руху реальних тіл.

Обов'язковим елементом формування даного поняття є вправи з метою усвідомлення учнями, коли одне й те саме тіло можна розглядати як матеріальну точку. Для прикладу ми пропонуємо учням вправи, які вміщені в навчально-методичний комплекс: визначити умови, за яких , коли Землю можна вважати матеріальною точкою: 1) при русі Землі навколо Сонця, 2) при обертанні Землі навколо власної осі.

Одним із важливих понять, без якого не можна характеризувати рух, є

поняття про систему відліку.

У фізичному енциклопедичному словнику зазначено: «Система відліку в механіці – це сукупність системи координат і годинників, пов'язаних з тілом, по відношенню до якого вивчається рух (або рівновага) інших матеріальних точок або тіл»

У даному визначенні посилаються на три об'єкти: тіло, відносно якого розглядається рух інших тіл; пов'язана із цим тілом система координат і прилад для вимірювання часу (годинник).

Із визначення механічного руху – зміна положення тіла відносно інших тіл з плином часу – випливає наступне:

- для того, щоб отримати можливість описувати рух будь-якого тіла, перш за все, необхідно домовитись, відносно якого іншого тіла розглядатиметься цей рух;

- щоб однозначно визначити місце перебування тіла відносно тіла відліку, слід увести точні кількісні співвідношення. Для цього з тілом відліку 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 засіб вимірювання часу.

Отже, необхідно сформулювати таке визначення системи відліку: *тіло відліку, пов'язану з ним систему координат і вибраний спосіб вимірювання часу називають системою відліку.*

Скорочено записуємо так: $СВ = ТВ + СК + ЗВЧ$.

Основні елементи системи відліку легко обґрунтувати, показавши їх необхідність на конкретному прикладі або ж використовуючи демонстраційну комп'ютерну модель (рис. 2.2).



Рис.2.2

На моделі демонструється рух автомобіля. Наведемо фрагмент уроку: запитання до учнів: «що необхідно знати, щоб охарактеризувати його рух?». Вами відомо, що під час опису руху тіла необхідно вибрати тіло відліку, тобто тіло, відносно якого розглядається рух. Якщо таке тіло не задано, то задача вивчення механічного руху стає невизначеною і її розв'язати не можливо. Виберемо це тіло: на моделі – це дерево. Запитання учителя: „чи можемо ми вибравши тіло відліку, описати

рух?” Вибір тіла відліку ще не дає можливості повністю описати рух тіла, фіксувати його місцезнаходження в будь-який момент часу: для місцезнаходження автомобіля треба вказати спосіб фіксації його відносно дерева в довільний момент часу. Для цього зручно використати систему координат, початок якої розташувати пов'язати з тілом відліку. На екрані учні спостерігають вже два компоненти системи відліку. Далі важливо з'ясувати, що для вивчення руху тіла потрібно вибрати ще й засіб відліку часу, адже тіло рухається в просторі з плином часу. Саме таку послідовність появи компонентів

системи відліку передбачає демонстраційна комп'ютерна модель.

Важливо навчити учнів вибирати систему відліку при розв'язуванні конкретних завдань. Сам вибір системи відліку довільний і визначається прагненням до зручності розрахунків. Зосереджуємо увагу учнів на тому, що при прямолінійному русі авто вздовж дороги, достатньо вибрати одну вісь і визначати положення його одним додатнім чи від'ємним числом – координатою, яка показує, на якій відстані від початку системи відліку міститься тіло в даний момент часу (рис. 2.3).

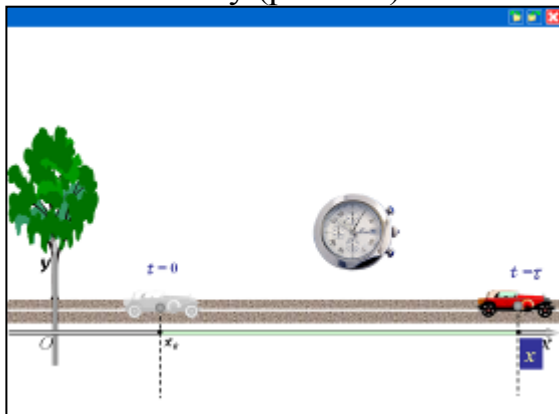


Рис.2.3

Під час пояснення нового матеріалу учні виконують записи і зарисовки в розроблених нами робочих зошитах-конспектах.

На наступних етапах з'ясовуємо з учнями, як описати рух тіла вздовж криволінійної траєкторії (наприклад, під час руху зі школи додому).

Демонструємо зміну положення тіла під час руху на площині за допомогою моделі підйомного крану і приходимо до висновку, що за систему координат зручно вибрати дві взаємно перпендикулярні прямі Ox і Oy і положення визначати двома координатами. Зазвичай на реальному експерименті ми констатуємо цей факт, а за допомогою демонстраційної комп'ютерної моделі показуємо, актуалізуючи знання з математики, знаходження координат тіла на площині (рис. 2.4).

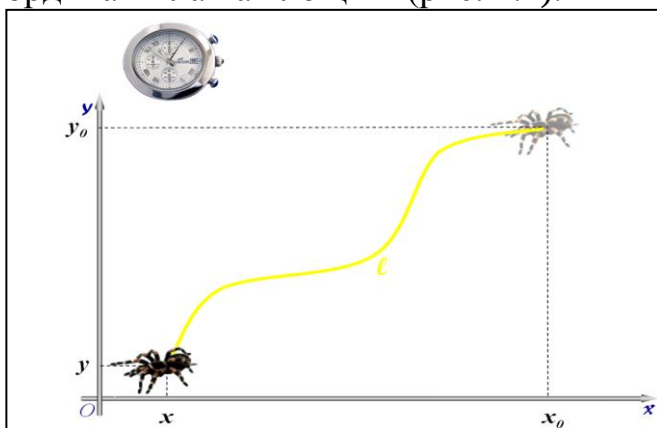
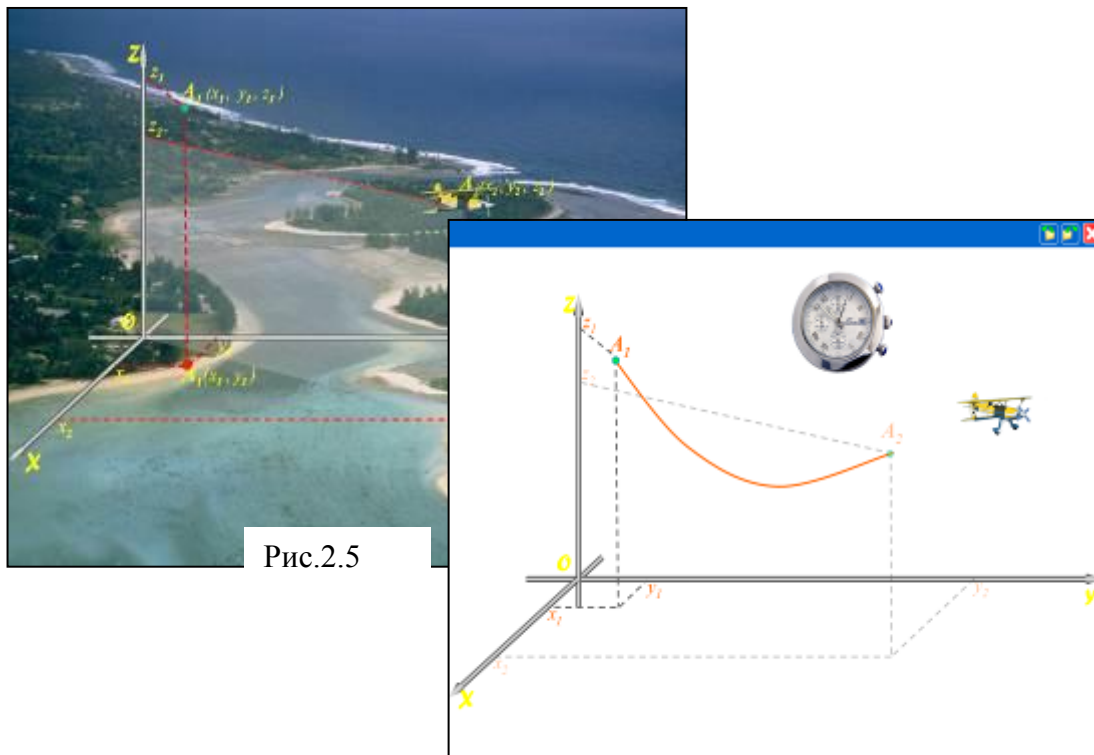


Рис.2.4

В робочих зошитах-конспектах за вказівкою учителя учні позначають відповідні координати тіла на рисунку.

На наступному етапі навчаємо визначати положення тіла в просторі. Для створення образного уявлення використання просторової системи координат для опису цього руху демонструємо політ літака і показуємо, як відраховуються координати на кожній з площин (рис. 2.5). Комп'ютерна програма дозволяє це

зробити поступово, супроводжуючи пояснення показом демонстрації. Звертаємо увагу на правильність відліку координати в просторовій системі координат.



Для того, щоб в учнів на уроці залучались не тільки слухові і візуальні аналізатори, а й кінестетичні, також організовуємо роботу з робочим зошитом-конспектом.

З метою завершення формування навичок у домашні завдання включаємо практичні роботи: визначити положення координати окремих предметів (за вибором учнів) в кімнаті і зробити креслення в зошитах, вибравши відповідний масштаб.

На наступному етапі пояснення зазначаємо, що якщо визначати координати через малі, короткі інтервали часу, то вони (координати) матимуть дуже близькі значення, що вказуватиме на плавний перехід від однієї точки до іншої. Таку множину точок (суцільну лінію), в яких послідовно перебуває тіло під час руху в просторі з плином часу, називають траєкторією.

Поняття траєкторії учням відоме з курсу природознавства, тому ми пригадуємо його та розглядаємо приклади, за яких умов ми можемо спостерігати траєкторію руху тіла (рух метеоритів, політ реактивного літака, пересування лижника тощо). Під час перегляду демонстраційної комп'ютерної моделі учні проводять роботу в робочих зошитах-конспектах, зосереджуючи увагу на видах траєкторії.

Після цього зазначаємо, що довжину траєкторії, виміряну від тіла відліку до положення тіла в даний момент часу називають шляхом.

Формуючи поняття шляху як довжини траєкторії наголошуємо, що це певний відрізок, якому властива довжина, виражена в числовій мірі. При цьому спостерігача не цікавить напрямок руху тіла, цим самим підкреслюємо скалярний характер цієї фізичної величини. Символьне позначення цієї

величини варто запропонувати, виходячи із походження слова довжина від англійського - *l* (*length*). Зосереджуємо увагу на важливій властивості цієї фізичної величини – шлях - він може тільки зростати при русі тіла або залишатись незмінним, якщо тіло не рухається. Важливо, щоб учні зрозуміли, що вигляд траєкторії залежить від вибору системи координат і довжина – шлях – поняття відносне.

Логічним завершенням формуванням поняття шляху як фізичної величини повинно бути обговорення прийомів, способів, засобів вимірювання цієї фізичної величини. Всі вони мають забезпечити вимірювання довжини. Тому серед них можуть бути лінійки, мірні стрічки, рулетки тощо. На практиці для визначення шляху, який долають транспортні засоби, створено спеціальний пристрій – лічильник, який вмонтовано в комбінації з іншими длатчиками на панелі в кабіні транспортного засобу. Не в повній мірі було б наголошувати [13] про те, що прилад для вимірювання відстані – курвіметр. Таким засобом користуються при визначенні довжин, наприклад, річок, віддалі між містами на географічних картах тощо. При наявності різних засобів вимірювання шляху у фізичному кабінеті їх варто продемонструвати. В разі відсутності – варто скористуватись ДКМ і розглянути їх зображення на великому екрані в кабінеті фізики.

На цьому етапі необхідно ґрунтовно зупинитись на поясненні учням важливої відмінності між фізичними і математичними величинами. Суттєвим знанням, яке повинно глибоко зафіксуватись у пам'яті учня є те, що фізичну величину можна вимірювати. Для цього використовують певну міру - одиницю фізичної величини.

Як свідчать результати анкетування учнів основної і старшої школи, відповідь на поставлене в анкеті запитання: «В яких одиницях вимірюють шлях?», звучить так: «В метрах». В цьому ми вбачаємо як об'єктивні, так і суб'єктивні причини, пов'язані з поверховими, як само собою (всім) зрозумілими речами. Іншими словами, вчитель на уроках фізики не завершує логічно цілісне формування поняття – так як шлях – це довжина траєкторії, то вимірюють шлях в одиницях довжини. Їх як відомо є багато. Наприклад фут, ярд, миля, верста, вершок і т.д.

В основній школі, на наш погляд, немає нагальної необхідності працювати лише з одиницями міжнародної системи (SI), багато з яких учень уявляє собі з потугою. Наприклад, одиницю вимірювання густини значно простіше образно уявити як 1 г/см^3 , ніж 1 кг/м^3 , так як вимірює масу тіла учень на терезах використовувати набір важків (1 г -10 г) і вимірює розміри тіла, наприклад, правильної форми лінійкою в сантиметрах.

Заключним елементом цього етапу є розгляд (пояснення) ролі знання фізичної величини шлях. Зауважуємо, якщо відомо його, то можна розрахувати затрати часу на його подолання, визначити необхідну кількість пального тощо. Поряд з цим знання шляху, не дозволяють визначити місце розташування рухомого тіла, тобто вказати його координату в певний момент часу.

Такого типу аналіз знань про отриману фізичну величину навчає учня визначати межі її застосування, а також є пропедевтичним етапом підготовки

до необхідності знань іншої фізичної величини, яка може дати відповідь на поставлене запитання. У нашому прикладі – як визначити координату тіла у деякий момент часу.

Функціональну залежність координати тіла від часу у фізиці називають рівнянням руху. Цю залежність записують у вигляді $x = f(t)$ або $x = x(t)$. Щоб отримати математичний вигляд цього рівняння необхідно знати як координата змінюється з плином часу. Для цього зручно скористатись природнім методом опису руху. При цьому повинна бути відома траєкторія. Найпростіше це зробити для випадку, коли траєкторія – пряма лінія. У вибраній системі координат демонструємо різні способи долання відстані – повільно, швидко, із зупинками. Зручно це демонструвати на прикладі розроблених моделей, адже є можливість декілька разів *однаково* повторювати процес, за яким спостерігаємо. Таким чином, створюємо передумови для формування понять рівномірності і нерівномірності механічних рухів.

Якщо координата за будь-які однакові інтервали часу змінюється на однакову величину, то рух називають рівномірним прямолінійним. В інших випадках – нерівномірним.

Формування поняття рівномірності обов'язково має бути побудоване на порівнянні ознак рівномірного і нерівномірного рухів. Для цього учням обов'язково демонструємо такі рухи та наголошуємо на те, які параметри залишаються однаковими, які ні. Так, інтервали часу однакові (на моделі зосереджується увага на показах стрілки секундоміра), а пройдені шляхи різні. Показуємо реалізацію цієї думки за допомогою комп'ютерної демонстраційної моделі.

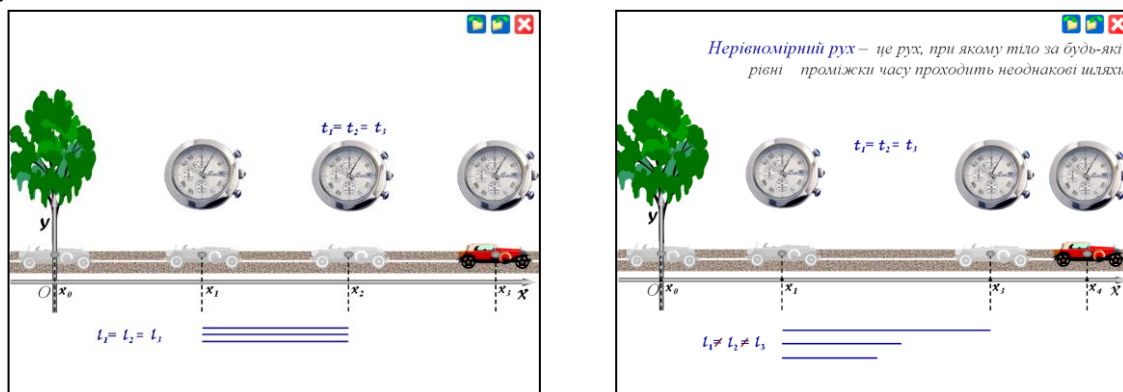


Рис.2.6.

Продовжуючи аналіз продемонстрованих моделей, звертаємо увагу учнів, що тіла за будь-які однакові інтервали часу можуть проходити різні шляхи. Іншими словами рух цих тіл відрізняється якістю, таким чином обґрунтовуємо необхідність введення нової фізичної величини, яка буде відповідати за якість руху. Цю фізичну величину називають швидкістю. Для зручності запису математичних формул її позначають літерою *v* (від англ. *velocity*).

Доцільно дати одне з двох, або обидва означення швидкості рівномірного прямолінійного руху:

- швидкість - це фізична величина, що показує, який шлях тіло проходить за одиницю часу;

• швидкість - це фізична величина, чисельно рівна шляху, яке проходить тіло за одиницю часу.

В основній школі необхідно записати це словами, щоби потім перейти з учнями до символічного запису:

$$\text{швидкість} = \frac{\text{шлях}}{\text{час}} \Rightarrow v = \frac{s}{t}$$

З такою швидкістю тіло (матеріальна точка) рухається вздовж траєкторії, тому цю швидкість називають шляховою.

Щоби вимірювати її, вибирають - встановлюють одиницю виміру.

За одиницю швидкості вибирають таку швидкість руху, при якій тіло за одиницю часу проходить одиницю шляху.

Для учнів цієї вікової категорії буде доцільним записати це означення словами у вигляді опорного сигналу, а потім перейти до символічної форми. В робочих зошитах-конспектах учень виконує певні записи, які при завершенні мають бути такими:

$$\text{Одиниця швидкості} = \frac{\text{Одиниця шляху}}{\text{Одиниця часу}} \Rightarrow [v] = \frac{[s]}{[t]}$$

Так як одиниці вимірювання шляху різні, як і одиниці вимірювання часу, то одиниці вимірювання швидкості теж можуть бути різними. Для прикладу, якщо шлях вимірюється в метрах, а час в секундах, то $[s] = 1\text{ м}$, $[t] = 1\text{ с}$, маємо $[v] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Або, 1) якщо $[s] = 1\text{ км}$, $[t] = 1\text{ год}$, то $[v] = 1 \frac{\text{км}}{\text{год}}$,

2) якщо $[s] = 1\text{ миля}$, $[t] = 1\text{ год}$, то $[v] = \frac{1\text{ миля}}{1\text{ год}} = 1\text{ вузол}$.

Використання ДКМ для учнів 10-го класу, які вивчають основи кінематики, має за мету швидке повторення (відтворення), раніше вивченого (у 8-му класі) матеріалу, пригадування правил визначення фізичної величини та встановлення одиниці її вимірювання.

Знаючи формулу для розрахунку швидкості прямолінійного рівномірного руху та одиницю її вимірювання, нагадуємо учням про засоби (пристрої) для вимірювання цієї фізичної величини. Одним з них є спідометр (від англ. - speed- швидкість, metreo -міряти). Вимірявши швидкість спідометром і час – секундоміром (годинником) легко розрахувати пройдений тілом шлях за відповідною формулою $s = v \cdot t$, або ж графічним способом (див. § 2.5).

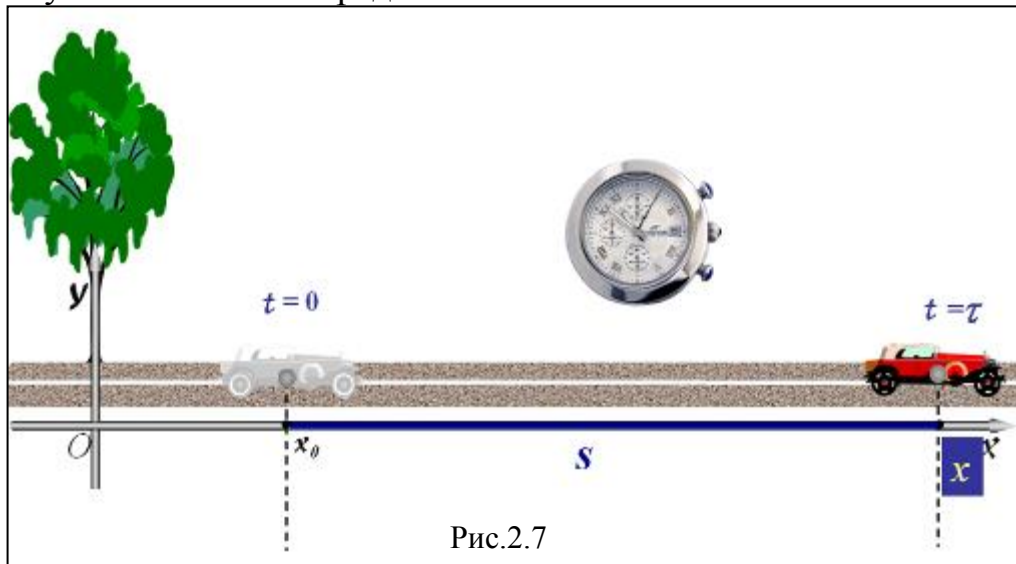
Етап, який в багатьох випадках відсутній після такого розгляду матеріалу, заключається в тому, що учитель по завершенню не повертається до розгляду основної задачі кінематики. В результаті цього, на наш погляд, залишається незавершеним формування поняття про координатний метод – надзвичайно важливий загальний метод опису руху в механіці.

Підвищення інтенсивності вивчення даних фізичних понять і величин засобами мультимедіа з використанням ДКМ дозволяє вивільнити час для детального формування умінь розв'язувати основну задачу кінематики.

Причому для учнів 10-го класу це виконати на якісному рівні, сформулювавши принцип визначення координати. Пропонуємо таке визначення: щоб визначити координату в будь-який момент часу, необхідно знати її в момент початку руху та шлях, пройдений тілом за деякий час. Конкретизувати таке означення необхідно на прикладі рівномірного руху. При вивченні кінематики 10-го класу це поняття після пригадування поширюється і на інші рухи, зокрема рівнозмінний. Для прикладу вищесказаного опишемо ДКМ, яка пропонується для вивчення кінематики учнями 10-го класу.

Демонструємо комп'ютерну модель руху автомобіля.

Звертаємо увагу на вибір системи відліку, початкову і кінцеву координату руху авто. Цьому сприяє використання в моделі залишкового (фонового) малюнку – фіксованого положення рухомого тіла в попередній момент часу. До речі, реальний експеримент дозволяє спостерігати за рухом тіла в даний момент часу і, тому, вчитель змушений віддаватись до прийому пригадування про місце розташування тіла в попередній момент.



Візуальна картинка на екрані (рис. 2.7) дозволяє залучити учня до активної роботи в режимі бесіди (діалогу). Так, майже всі учні дають правильну відповідь на запитання: «як можна назвати відрізок між точками А і В, координати яких відповідно x_0 в момент початку відліку часу $t=0$ та x – кінцева координата в момент часу t ?».

Учні самі роблять висновок, що довжина відрізка $x - x_0$ не що інше, як шлях, пройдений тілом протягом часу t . Легко при цьому переходять до запису $x - x_0 = s$, та проводять узагальнення щодо визначення координати тіла в прямолінійному русі для будь-якого моменту часу $x = x_0 + s$. В класах фізико-математичного профілю останню формулу бажано записати у вигляді функціональних залежностей $x(t) = x_0(0) + s(t)$.

З останніх рівнянь можна зробити висновок: щоб знайти кінцеву координату положення тіла необхідно знати його початкову координату (координату в момент початку відліку часу) та шлях, пройдений тілом у прямолінійному русі. Це узагальнення, як розв'язання основної задачі кінематики, буде в подальшому уточнюватись в деталях, залишаючись

незмінним по суті.

Глибокому засвоєнню сприяє залучення до процесу навчання кін естетичних аналізаторів. В робочих зошитах-конспектах учні виконують аналогічні до спостережуваних на екрані записи, завершують рисунки, схеми, концентруючи увагу на важливій формулі, яку варто запам'ятати $x = x_0 \pm vt$.

Поява у формулі знаків «+» і «-» легко усвідомлюється учнями після спостереження за рухом автомобіля в запропонованій ДКМ у випадку руху вздовж і проти вибраної осі координат.

Для закріплення матеріалу, крім розв'язування задач із відомих посібників, ми пропонуємо низку задач, до яких розроблено демонстраційні комп'ютерні моделі з метою глибшого розуміння суті фізичних явищ і процесів.

Далі наголошуємо, що крім аналітичного опису (за допомогою рівнянь) рух зручно описувати графічним способом. Методику графічного опису руху з використанням демонстраційних комп'ютерних моделей подано у §2.5 запропонованого посібника.

Вище описані демонстраційні комп'ютерні моделі можна використовувати як в основній школі так і в 10-му класі при вивченні кінематики.

2.2. Методичні особливості вивчення нерівномірного руху

Результати анкетування учителів і учнів свідчать, що вивчення механічного руху, взагалі, і нерівномірного, зокрема, зводиться до формального засвоєння означень, формул, рівнянь, а також до розв'язання значної кількості задач, здебільшого однопланових (рівномірний рух з різними швидкостями на двох-трьох ділянках).

Як наслідок, із-за скудного класного експерименту, в зв'язку з відсутністю більшості необхідних приладів у фізичному кабінеті, слабкою їх матеріальною базою, відсутністю ефективних комп'ютерних програм, що моделюють відповідні рухи, а також із-за складності математичного апарату, в учнів виникають певні труднощі розуміння кінематичних величин. Несформовані в повній мірі кінематичні поняття, їх поверхове засвоєння призводять до зниження зацікавленості до вивчення кінематики, а в подальшому зникненню інтересу до вивчення фізики взагалі.

Для запобігання формалізму та механіцизму оволодіння знаннями і, цим самим, забезпечення якісного засвоєння понять нерівномірного руху, пропонуємо будувати навчальний процес на використанні демонстраційних комп'ютерних моделей.

Така схема вивчення відповідає внутрішній логіці конструювання картини світу учнями цієї вікової групи. Застосування засобів мультимедіа створює певний комфорт навчання, чим сприяє зменшенню відчуження учнів від фізики. Поряд з цим позбавляє учителя потреби до застосування зовнішньої мотивації у вигляді залякування перед неприємностями (низький бал, повідомлення батьків тощо).

За однією з класифікацій сучасної психології мислення за його формою поділяють на три види: практично-дійове, образне (наочно-образне), словесно-

логічне (поняттєве). Вони формуються у людини як в філогенезі, так і в онтогенезі. В учнів основної школи розвивається теоретичне мислення. Дослідження психологів свідчать [10], що для цієї вікової групи значну роль ще відіграє наочно-образне мислення у сприйманні та усвідомленні навчального матеріалу. Тому використання комп'ютерних статичних та динамічних моделей, відповідної кольорової гами і звукового супроводу сприятимуть стійкому засвоєнню відповідних понять, які зберігатимуться в пам'яті учнів тривалий час. А висока якість і стійкість засвоєння поняття на початковому етапі є необхідною умовою для їх подальшого розвитку.

Так, відповідно до програми з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів [12] вивчення нерівномірного руху як видового поняття механічного руху розпочинається у 8-му класі: формулюється означення нерівномірного руху і вводиться одна із його характеристик - середня швидкість.

У 10-му класі відбувається розширення обсягу та збагачення змісту поняття нерівномірного руху, в повній мірі розкриваються суттєві зв'язки і відношення даного поняття з іншими.

Так як етапи вивчення нерівномірного руху розведені в часі, тому властиво, що частина засвоєних знань учнями втрачається. Дотримуючись принципів наступності і послідовності виникає необхідність відновити в пам'яті учнів суттєві ознаки і характеристики понять, які були сформовані раніше. Розв'язання цього питання із врахуванням обмеженості в часі спонукає учителів до використання різних прийомів та способів організації навчального процесу. В цьому контексті нами розроблений навчально-методичний комплекс, що базується на використанні демонстраційних комп'ютерних моделей, які надають можливість за короткий час не тільки пригадати, а й сприяти і значно допомогти у поглибленні і завершенні формування понять та дозволяють інтенсифікувати навчальний процес.

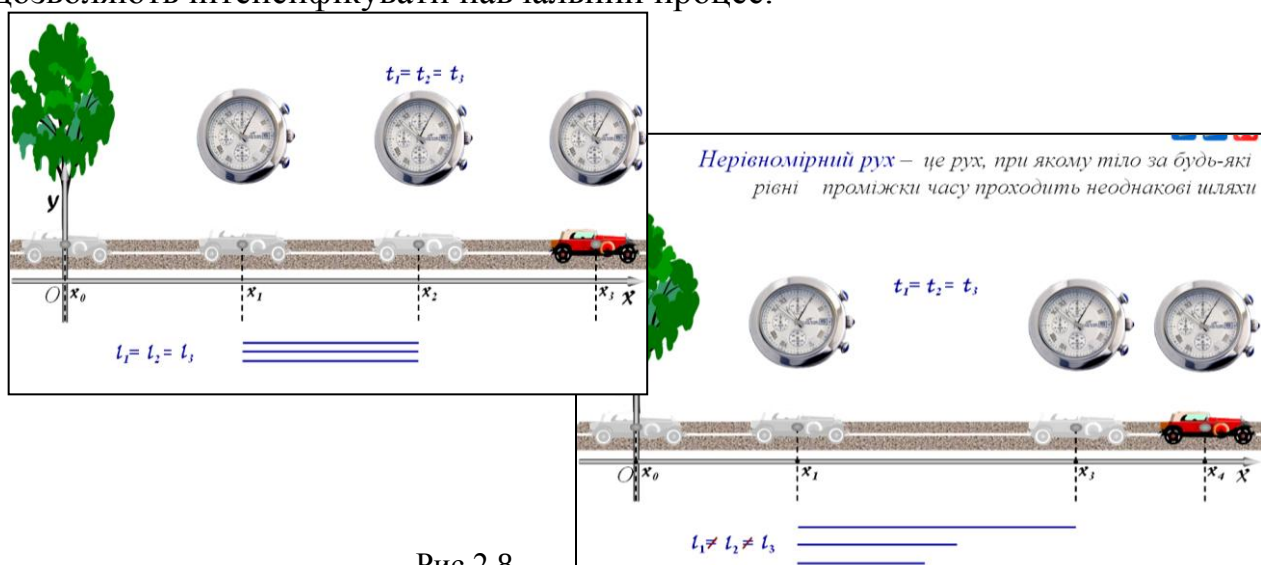


Рис.2.8

Для з'ясування суттєвих ознак нерівномірного руху опираємось на комп'ютерне моделювання рівномірного та нерівномірного рухів автомобіля, використовуючи при цьому запропонований нами ефективний прийом фіксування проміжних положень руху автомобіля (Рис.2.8). Порівнюючи ці

рухи, зосереджуємо увагу учнів, що спільним для порівняння рівномірного і нерівномірного рухів є наявність умови: «за будь-які рівні інтервали часу», а суттєвою ознакою, за якою вони відрізняються один від одного є відстань (шлях, переміщення), які проходить тіло за кожен такий інтервал часу. Якщо відстані однакові – рух називають рівномірним, відстані різні – рух нерівномірний.

Так, демонструючи на екрані комп'ютерну модель, визначаємо за секундоміром інтервали часу і констатуємо, що вони однакові. Ділянки пройденого шляху зображаємо відрізками певної довжини. Ці відрізки паралельно переносимо, розташовуємо поряд для порівняння та з'ясування виду руху. Такий аналіз допомагає учням зробити висновок, що нерівномірним називають такий рух, при якому тіло за будь-які рівні інтервали часу проходить неоднакові шляхи (здійснює різні за модулем переміщення).

Вивчення нерівномірного руху супроводжується формуванням низки понять: середня швидкість, миттєва швидкість, прискорення.

При введенні поняття середньої швидкості розглядаємо рух, який являє собою сукупність послідовних рівномірних рухів з різними за значеннями швидкостями.

Поняття середньої швидкості такого руху, зазвичай, визначається як фізична величина, що дорівнює відношенню шляху, який пройшло тіло, до інтервалу часу, за який цей шлях пройдено. Це шляхова швидкість. Вона є скалярною фізичною величиною і визначається за формулою:

$$\text{середня швидкість} = \frac{\text{весь шлях}}{\text{весь час}} \Rightarrow v_c = \frac{l}{t}.$$

Варто ознайомити учнів із означенням середньої швидкості переміщення:

$\vec{v}_c = \frac{\vec{s}}{t}$ – як векторної величини, яка визначається відношенням переміщення до інтервалу часу, за який було здійснено це переміщення. Розуміння відмінності середньої швидкості руху вздовж траєкторії і середньої швидкості переміщення має велике практичне значення. В курсі фізики основної школи ми не відрізняємо їх у зв'язку з тим, що вивчаємо лише прямолінійний рівномірний рух без зміни напрямку руху.

Результати контрольних робіт учнів, які брали участь у констатуючому експерименті для вивчення наявності знань, умінь і навичок розраховувати значення v_c при нерівномірному русі, виявили, що більше 70% з них допускають типові помилки.

Тому для повного і глибокого засвоєння цього поняття пропонуємо супроводжувати пояснення учителя демонстрацією комп'ютерних моделей та організацією роботи учнів з робочими зошитами-конспектами. Одним із можливих завдань учням може бути завдання позначити ділянки шляху певними кольорами (як на комп'ютерній моделі), в формулі для розрахунку середньої швидкості записати символи відповідними кольорами. Цим самим до формування понять залучаємо ще один вид аналізаторів. В цілому такий підхід (прийом) забезпечує активне включення у роботу над сприйняттям навчального

матеріалу як лівої півкулі головного мозку (раціональне, логічне мислення), так і правої (образне мислення).

Оскільки багато підлітків продовжує залишатись на рівні розвитку конкретних мислительних операцій, а формальна логіка їх мислення сприяє інтелектуалізації перцептивної і мнемічної сфер, варто, з метою створення передумов творчого мислення, використати графічні зображення, графічні схеми тощо. Графічний образ включає зорові образи предмета, а також рухові уявлення про зміни в предметі, наприклад, у зв'язку зі зміною розташування. Мотивом служить те, що перцептивний розвиток учнів основної школи пов'язаний з тим, що підліток, опанувавши графічними образами, які були представлені на уроках малювання, креслення, здатний перейти до представлення та читання графічних залежностей та схем. У зв'язку з цим варто формувати в учнів уміння розв'язувати графічні задачі.

Розв'язувати велику кількість задач на знаходження середньої швидкості, як це роблять багато вчителів, не має сенсу, адже саме поняття - середня швидкість – в відомій мірі поняття допоміжне. Однак важливо провести підготовку учнів до необхідності знання інших кінематичних величин. Для цього варто здійснити усесторонній аналіз залежності значення цієї величини від часу спостереження (визначення) руху, від значень швидкостей рівномірного руху на окремих ділянках шляху тощо.

Після розв'язування невеликої кількості задач аналітичним способом на розрахунок середньої швидкості нерівномірного руху тіла на двох-трьох ділянках з постійною, але неоднаковою швидкістю є необхідність запропонувати розв'язування задачі іншим, зокрема графічним способом. Методичний прийом використання ДКМ для цілісного формування поняття про фізичну величину – середня швидкість - прокоментуємо, аналізуючи розв'язування однієї з типових задач.

Задача. Визначити середню швидкість руху тіла, якщо відомо, що

а) першу половину часу тіло рухалося зі швидкістю v_1 , а другу – зі швидкістю v_2 , причому $v_1 > v_2$;

б) першу половину шляху тіло рухалося зі швидкістю v_1 , а другу – зі швидкістю v_2 , причому $v_1 > v_2$;

Розв'язання

Записуємо формулу для розрахунку середньої швидкості:

$$v_c = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} \quad (1)$$

За класичною методикою роботи в класі зручно було б учнів поділити на дві групи і водночас проводити таке розв'язування. Саме в цьому місці доцільно учителю зробити коментар щодо формули (1), з якої необхідно розпочинати розв'язування будь-якої задачі на розрахунок середньої швидкості. Це впливає з означення середньої швидкості. Для її знаходження необхідно весь шлях поділити на весь час, витрачений на проходження цього шляху. Далі згідно до умови задачі:

а) $t_1 = \frac{t}{2}, t_2 = \frac{t}{2},$ де t - повний час руху.	б) $l_1 = \frac{l}{2}, l_2 = \frac{l}{2},$ де l - весь пройдений шлях
Довжина кожної ділянки шляху буде відповідно: $l_1 = v_1 \frac{t}{2}, l_2 = v_2 \frac{t}{2}$	Час руху на кожній з ділянок відповідно: $t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{l}{2v_1}, t_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{l}{2v_2}$
Підставляємо ці вирази в формулу (1) і отримаємо $v_c = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 \frac{t}{2} + v_2 \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$	Підставляємо ці вирази в формулу (1) і отримаємо $v_c = \frac{l}{\frac{l}{2v_1} + \frac{l}{2v_2}} = \frac{l}{l \cdot \left(\frac{v_2 + v_1}{2v_1v_2} \right)} = \frac{2v_1v_2}{v_2 + v_1}$
$v_c = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (2)$	$v_c = \frac{2v_1v_2}{v_2 + v_1} \quad (2)$

Звертаємо увагу учнів на те, що середню швидкість не завжди можна розраховувати як середнє арифметичне значень швидкостей.

На завершення ще раз наголошуємо на тому що, якщо окремі ділянки шляху l_1, l_2, l_3 тіло проходило за відповідні інтервали часу t_1, t_2, t_3 , то для обчислення середньої швидкості треба спочатку знайти весь пройдений шлях і весь час цього руху, а потім – відношення цих величин: $v_c = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{t_1 + t_2 + t_3}$.

З метою навчання вмінню аналізувати і передбачати можливий результат розв'язування задачі отриманий аналітичний розв'язок варто інтерпретувати графічно. Так, за графіком залежності швидкості руху від часу аналізуємо, якою буде середня швидкість руху за умови, що час руху із меншою (більшою) швидкістю більший (менший) часу руху із більшою (меншою). Використання при цьому НМК дозволяє побудову графіків $v = f(t)$ і $v_c = f(t)$ (рис.2.9) та сприяє усвідомленому сприйманню учнями фізичної суті та графічної інтерпретації розглядуваного процесу.

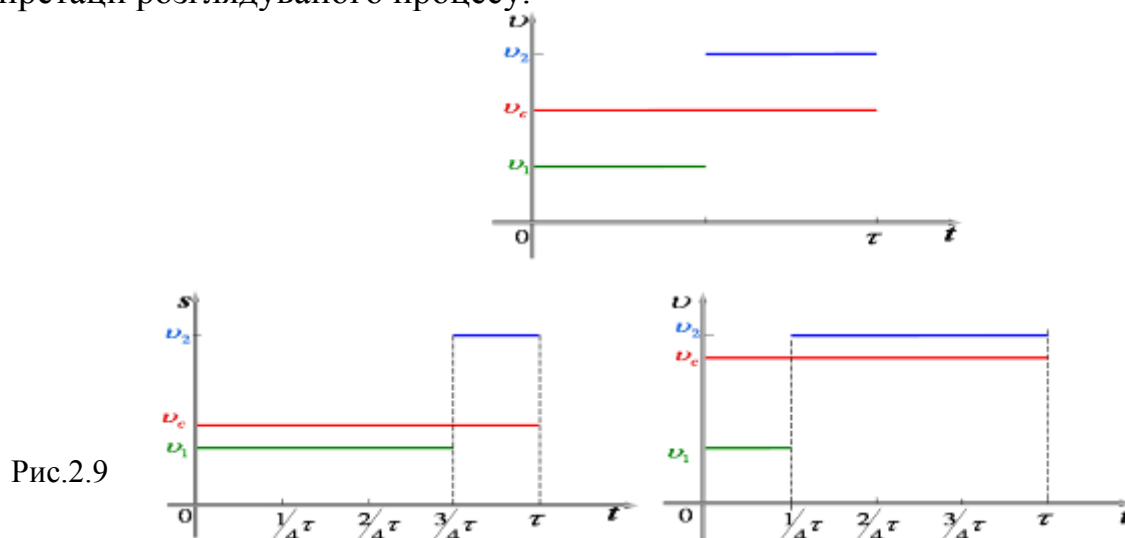


Рис.2.9

На цьому етапі формування відмінностей між графічними залежностями $v_c = f(t)$ та $v_1(t)$ і $v_2(t)$ зручно використовувати програму GRAN [6,7], яка дозволяє виводити на екран монітора одночасно декілька графіків.

Аналізуючи з учнями представлені на рис 2.9 графічні залежності, доходимо до висновку, що у випадку рівномірного руху на двох ділянках з різними швидкостями, значення середньої швидкості знаходиться в межах $v_1 < v_c < v_2$, при цьому значення v_c залежить від того, який інтервал часу тіло рухалось зі швидкістю v_1 , а який зі швидкістю v_2 . Лінія графіка $v_c(t)$ наближається відповідно ближче до лінії $v_1(t)$ або $v_2(t)$, що можна спостерігати на екрані монітора.

Зосереджуємо увагу учнів і на тому, що шлях, пройдений тілом за весь час руху в обох випадках однаковий. Так, шлях, розрахований за формулою $s = v_1 t_1 + v_2 t_2$ як сума довжин двох ділянок має однакове значення з розрахованим за формулою $s = v_c (t_1 + t_2)$.

Опираючись на відому учням властивість, що площа, обмежена графіком швидкості, осями координат і моментом часу, чисельно рівна пройденому шляху, вказуємо ці площі на комп'ютерній моделі. Утворені прямокутники заштриховані різними кольорами відповідно до кольору лінії графічної залежності (рис.2.10).

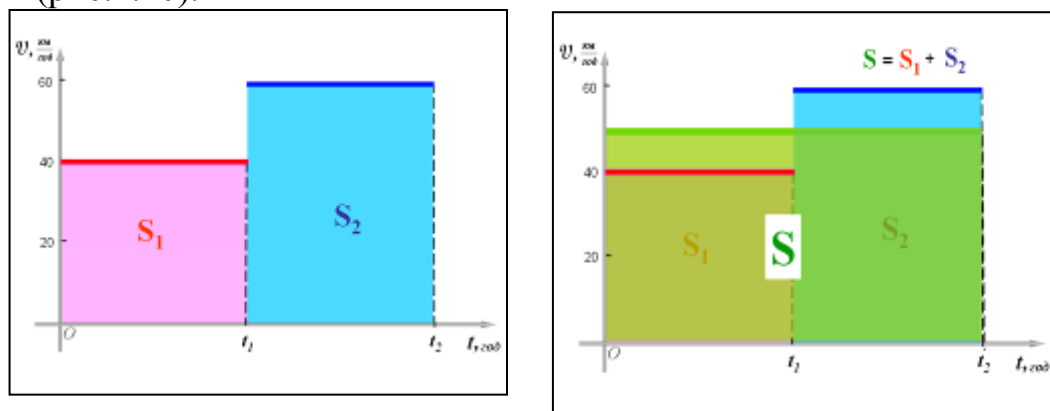


Рис.2.10

Ще один важливий аспект, що вартий для зосередження уваги учнів. Це аспект формування поняття середнього. При подальшому вивченні фізики до нього буде необхідність повернутися для визначення ефективної кількості теплоти, яка виділяється в провіднику при проходженні змінного електричного струму, при формуванні поняття ефективного значення сили змінного струму тощо. Наголошуємо, що нерівномірний рух нам зручно вивчати (описувати) звівши (уявивши) його до рівномірного руху. Тому середньою швидкістю нерівномірного руху ми назвемо (виберемо) швидкість такого рівномірного руху, при якому за той же проміжок часу тілом буде пройдений такий же шлях, як і при нерівномірному русі. Спрощує усвідомлення учнями такого прийому застосування на цьому етапі пояснення з використанням ДКМ.

Під час підготовки до формування наступних кінематичних величин, зокрема прискорення, повернемося до графічних залежностей, представлених на рис.2.11, 2.12 з метою віднаходження відповіді на запитання, про які площі

ведеться мова. Зручно всі відмінності у використанні значення v_c для знаходження пройденого шляху при нерівномірному русі, від способу знаходження шляху при рівномірному русі, проаналізувати за графіком шляху. При цьому його будуємо в тих же часових інтервалах, що і залежність $v(t)$.

Отримуємо висновок, що при будь-яких інтервалах $t < t_{\text{руху}}$ шлях, визначений за значенням v_c , менший за реально пройдений, якщо графік руху має вигляд, зображений на рис.2.11 або матиме завищене значення при русі, якому відповідає графік, зображений на рис.2.12

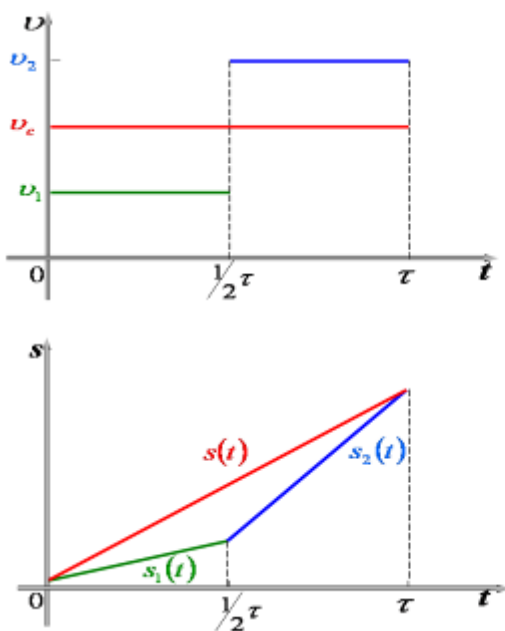


Рис.2.11

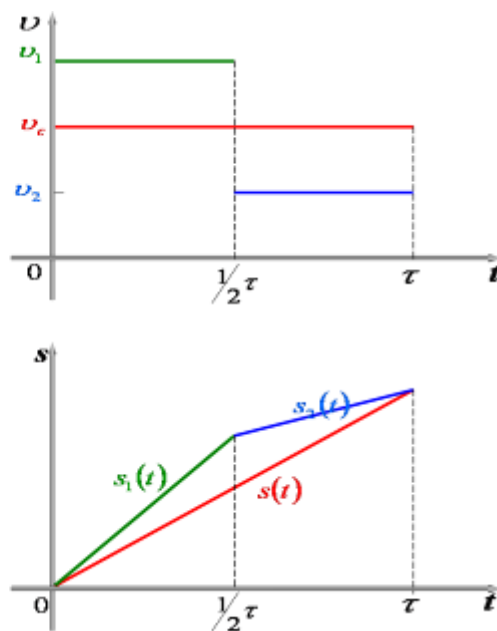


Рис.2.12

Таким чином, як результат аналізу вищеописаного буде висновок про те, що знання значення середньої швидкості не дозволяє розв'язати основну задачу кінематики – визначити положення матеріальної точки (тіла) в будь-який момент часу. Однозначно, за умови відомого значення v_c , задача може бути розв'язана лише для всього того інтервалу часу, для якого визначалась середня швидкість.

Отже з'являється потреба введення іншої (чи інших) фізичних величин, що характеризуватимуть рух тіла зі змінною швидкістю та, завдяки яким, можна розв'язати основну задачу кінематики.

Зміст поняття середньої швидкості та ідеї неперервності руху (простору і часу) зручно використати для розкриття змісту миттєвої швидкості. Складність формування поняття миттєвої швидкості пов'язана з необхідністю користуватись не математичним, а фізичним граничним переходом (замість нескінченно малої величини розглядають досить малий, але кінцевий інтервал часу – фізично малу величину) [4], який ще мало відомий учням з курсу математики. З цією метою використовують різні методи (прийоми): розглядають і аналізують стробоскопічні знімки, демонструють досліди з використанням електросекундоміра і датчиків, проводять мислений експеримент [8]. Так, при досить малих інтервалах часу, в межах якого середні

швидкості на сусідніх ділянках шляху практично не розрізнені, ставлять немов би природню межу прагненню отримати все більш точне визначення миттєвої швидкості. Подальше зменшення інтервалів часу втрачає зміст, і середню швидкість за такий малий інтервал часу можна вважати миттєвою з тією ступеню точності, яка має практичний зміст. Рационально, з нашого погляду використати комп'ютерну модель, яка, як підтвердив педагогічний експеримент, сприяє чіткому розумінню та глибшому усвідомленню поняття миттєвої швидкості.

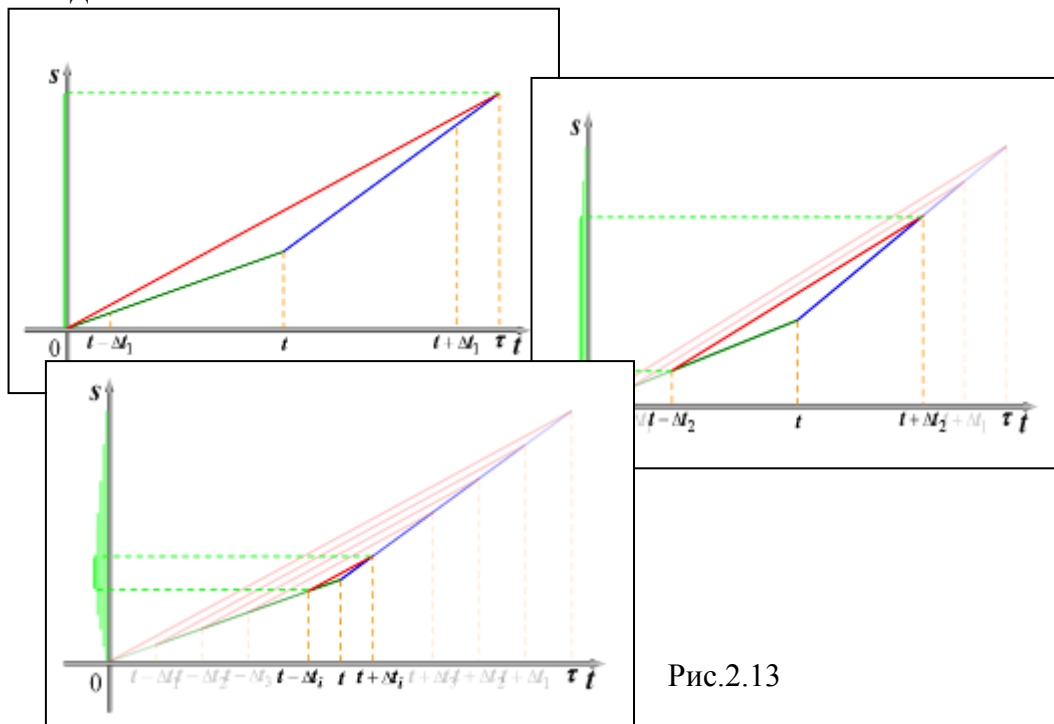


Рис.2.13

Для спрощення пояснення використаємо вище наведену задачу та графічну залежність шляху як функції від часу.

Як видно із наведених зображень копій екрана (рис.2.13), зменшуючи час спостереження за рухом тіла (точки) до і після деякого моменту часу t , ми власне звужуємо інтервал часу (інтервал в околі точки t на абсцисі), за який визначаємо середню швидкість руху, за якого до моменту t тіло рухалось з швидкістю v_1 , а після нього зі швидкістю v_2 .

Бачимо, що значення швидкостей наближаються - кути нахилу графіків до осі абсцис близькі за значенням.

В комп'ютерній моделі передбачена можливість того, що кожному меншому інтервалу часу відповідає менший шлях. При деякому малому інтервалу часу значення середньої швидкості, визначене для невеликої ділянки траєкторії, можемо назвати миттєвою швидкістю.

В результаті такої візуалізованої комп'ютерної демонстрації учням буде зрозуміле визначення миттєвої швидкості, як величини, що вимірюється відношенням шляху, який тіло проходить за досить малий інтервал часу, до цього інтервалу часу.

Як стане відомо в подальшому, у математиці це твердження записують у вигляді:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = v_{\text{миттєва}}.$$

Принципово тут можна перейти і до визначення миттєвої швидкості переміщення, так як довжина траєкторії (дуги) для малих інтервалів часу рівна модулю вектора переміщення. Тому вектор миттєвої швидкості визначається відношенням переміщення за досить малий інтервал часу, до цього інтервалу часу $\vec{v}_{\text{миттєва}} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$.

Варто зауважити, що значення інтервалу часу Δt обумовлене можливостями фізичних приладів зафіксувати зміну величини швидкості. Власне прийом, яким користуються щоби пояснити зміст миттєвої швидкості полягає в тому, що час спостереження і довжину траєкторії мислено зменшують до тих пір, поки нерівномірний рух не можна відрізнити від рівномірного. Такий прийом використовують лише для вивчення опису процесів, для яких використовують фізичні величини, що змінюються неперервно.

Звідки випливає операційне означення миттєвої швидкості.. миттєва швидкість – це фізична величина, що характеризує швидкість тіла в даній точці траєкторії.

Існує кілька способів визначення миттєвої швидкості в шкільних умовах. Але слід віддавати перевагу тим, які дозволяють відразу бачити її значення за показами приладу. Це так званий метод непрямого вимірювання фізичних величин. Радимо показати досить простий, але ефективний дослід. Для цього слід зібрати установку (рис. 2.14) .



Рис.2.14

Залізний стержень довжиною 1-1,5 м, на який намотано ізольований провід діаметром 0,5-0,8 мм, кладуть на фанерну підставку і закріплюють у штативі так, щоб з фанери утворилась похила площина. Вдovж площини скочують керамічний магніт. Під час його руху на кінцях обмотки виникає ЕРС, яка реєструється гальванометром, підключеним до кінців обмотки. З досліду учні бачать, що швидкість магніту зростає поступово. Чим більший кут похилої площини, тим більшого значення набуває швидкість. На основі здобутих результатів необхідно довести, що миттєва швидкість – це фактично значення середньої швидкості на дуже малому відрізку шляху, пройденому за короткий інтервал часу. Чим менший час, протягом якого реєструється рух за допомогою вибраного приладу, тим більше відповідають його покази значенням миттєвої швидкості.

На практиці, в техніці пристрій для вимірювання миттєвої швидкості називають спідометром. Принцип дії індукованого спідометра необхідно продемонструвати на прикладі реальної моделі або переглянути комп'ютерну модель (рис. 2.15). Такий крок реально можливий, так як в 8-му класі на якісному рівні розглядається явище електромагнітної індукції.



Рис.2.15

Оскільки швидкість тіла при нерівномірному русі в кожний момент часу змінюється, то для характеристики цього руху необхідно ввести величину, яка буде характеризувати швидкість зміни швидкості. Цю фізичну величину називають прискорення.

Необхідно основну увагу учнів зосередити на загальних ознаках, що характеризують явища, які не важко визначити за результатами експериментальних спостережень. Наприклад, використавши описаний в [34, с.50] прийом, виявляємо особливості, які можуть бути характерними рисами і відрізнити рух зі змінною швидкістю від інших рухів. Такими висновками є:

1. В досліджуваному русі за однакові проміжки часу приріст швидкості виявляється однаковим.

Спільно з учнями даємо означення рівнозмінного руху – це рух, при якому за будь-які рівні інтервали часу, швидкість змінюється на однакову величину.

2. Порівнюючи значення зміни швидкостей, які отримані, наприклад, при різному нахилі площини руху, доходимо висновку, що один прискорений рух можна відрізнити від іншого, обчисливши приріст швидкості за одиницю часу.

В результаті обговорення одержимо вираз для визначення нової величини – прискорення: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.

Як свідчать результати констатуючого експерименту типовою помилкою у відповідях учнів є невірне визначення напрямку прискорення для рухів із змінною швидкістю, що є однією з ознак несформованості поняття прискорення. До такої помилки, на нашу думку, спонукає запис формули у шкільних підручниках з фізики [5,14] для визначення прискорення у вигляді $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$, виходячи з якої учень помилково стверджує про співпадання напрямку прискорення з вектором $\vec{v}$ або $\vec{v}_0$. Це свідчить про формальне розуміння цієї ознаки поняття і узагальнення її на всі види змінних рухів, хоча таке твердження справедливе лише у випадку прямолінійного прискореного руху без зупинки і повороту.

Таким чином, в завершеному варіанті варто зупинитись на такому означенні: *прискорення (привидшення) - векторна фізична величина, яка чисельно рівна зміні швидкості за одиницю часу і співпадає за напрямом з вектором зміни швидкості.*

Тому пропонуємо при формуванні поняття використовувати саме формулу $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$. Даючи означення, зосереджуємо увагу, що воно складається з двох частин – у першій мова йде про модуль (значення) прискорення, у другій – про його напрямок. Слід зазначити, що остання ознака відсутня у формулюваннях, які подані в підручниках з фізики для 10-го класу [5, 14].

Щоб уникнути помилок, які допускають учні і домогтися кращого розуміння ними фізичних формул і законів, варто учителю докладно проаналізувати формули, отримані для рівнозмінного руху.

Як відомо, прямолінійний рух називають рівнозмінним, якщо миттєва швидкість за будь-які рівні проміжки часу змінюється на рівні величини. Звідси слідує, що для прямолінійного рівнозмінного руху величина $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \text{const}$ при будь-якому інтервалі часу. Іншими словами, характерною особливістю цього виду руху є постійність прискорення.

Наприклад, для рівноприскореного руху тіла без початкової швидкості отримаємо таку формулу для визначення миттєвої швидкості: $v = at$

Із неї видно, що швидкість тіла при рівнозмінному русі прямо пропорційна часові руху тіла.

Другий важливий момент: щоби можна було говорити про пряму пропорційну залежність між швидкістю і прискоренням, необхідно цю формулу застосувати для двох (кількох) рівноприскорених рухів з прискоренням $a_1, a_2, \dots$ відповідно.

Будемо мати

$$v_1 = a_1 t_1$$

$$v_2 = a_2 t_2, \text{ при } t_1 = t_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

З останньої рівності видно, що швидкості тіл, набуті ними за однакові інтервали часу в рівноприскореному русі без початкової швидкості прямопропорційні до прискорення руху тіл.

Дотримуючись такої послідовності формування поняття зручно використати комп'ютерні демонстрації з розробленого навчально-методичного комплексу, що моделюють відповідні процеси. В ньому презентаційні ряди створені у відповідності до принципів навчання з метою забезпечення доступного розуміння матеріалу та послідовного вивчення ознак і характеристик фізичних величин.

На комп'ютерній моделі, на відміну від демонстраційного експерименту, є можливість не лише моделювати прискорений чи сповільнений рухи автомобіля, а й, наприклад, зобразити вектори початкової і кінцевої швидкостей для визначення напрямку прискорення (рис.2.16).

Програма містить гіперпосилання, завдяки яким можемо продемонструвати послідовність математичних дій з векторами, а в разі потреби, швидко пригадати раніше їх, демонструючи окремі елементи комп'ютерної моделі, фрагмент якої подано на рис.2.16.

Створені у свідомості учнів наочні образи в подальшому будуть використовуватись для розвитку логічного мислення, зокрема, під час розв'язування задач та при формуванні інших фізичних величин.

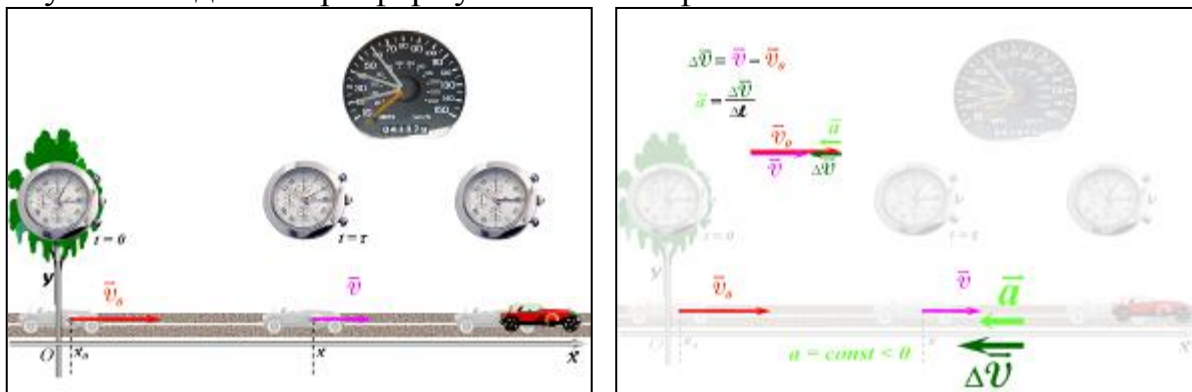


Рис.2.16

Як приклад проведення логічних міркувань у комп'ютерній моделі передбачено зосередження уваги учнів на аналізі аналітичного виразу для визначення прискорення. При цьому наголошується що, якщо зміна швидкості постійна, то чим більше часу рухалось тіло, тим на більшу величину змінюється швидкість його руху, тобто

$$\Delta v = k \Delta t$$

Саме такий хід логічних міркувань, подібний до відомих суджень при вивченні математичних функцій, і відомий учням. Одночасно такий запис формули забезпечує усунення типової помилки, яку допускають учні про залежність прискорення від інтервалу часу руху. Дійсно співставлення з відповідною математичною формулою $y = kx$ дозволяє зробити висновок, що коефіцієнт забезпечує числову рівність, а у фізиці ще і одиниці вимірювання лівої і правої частини рівняння. Тому його значення не залежить від часу руху.

Цей коефіцієнт як фізична величина у фізиці позначається літерою a - від першої букви англійського слова *acceleration*, що в перекладі і значить прискорення. Таким чином, відповідно визначальна формула має вигляд:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Якщо початкову швидкість руху позначити $\vec{v}_0$, а кінцеву - $\vec{v}_t$, то формула набуде відомого вигляду

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_t - \vec{v}_0}{\Delta t}$$

З останнього виразу легко визначити миттєву швидкість у будь-який момент часу

$$\vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

На наступних етапах, необхідно охарактеризувати введену фізичну величину - прискорення, згідно до узагальнених планів вивчення фізичних величин, .

Так, зазначаємо, що прискорення вимірюють в одиницях прискорення.

За одиницю прискорення вибирають прискорення, якого набуває рухоме тіло при зміні швидкості на одиницю швидкості за одиницю часу.

$$\text{одиниця прискорення} = \frac{\text{одиниця зміни швидкості}}{\text{одиниця часу}} \Rightarrow [a] = \frac{[\Delta v]}{[\Delta t]}$$

В залежності від вибору одиниць вимірювання зміни швидкості і одиниць вимірювання часу отримуємо відповідні одиниці прискорення.

Так, в Міжнародній системі одиниць (SI) зміну швидкості визначають в метрах за секунду $\Delta v = 1 \frac{м}{с}$, а час в секундах $\Delta t = 1с$, тому одиниця прискорення буде:

$$[a] = \frac{1 \frac{м}{с}}{1с} = 1 \frac{м}{с^2} \Rightarrow [a] = 1 \frac{м}{с^2}.$$

Формулюємо означення: метр на секунду у квадраті – це прискорення такого руху, при якому за час 1 с швидкість матеріальної точки змінюється на 1 м/с.

Варто ознайомити учнів з позасистемною одиницею прискорення *гал* (*Gal*), названою в честь італійського вченого Галілео Галілея. Її отримують у випадку, коли зміну швидкості визначають в сантиметрах за секунду $\Delta v = 1 \frac{см}{с}$, а час – в секундах $\Delta t = 1с$.

$$[a] = \frac{1 \frac{см}{с}}{1с} = 1 \frac{см}{с^2} \Rightarrow [a] = 1 \frac{см}{с^2} = 1 \text{ гал}$$

Учні легко можуть встановити співвідношення між цими одиницями прискорення:

$$1 \text{ гал} = 0,01 \frac{м}{с^2}.$$

Важливо вказати, що прискорення можна виміряти приладом, який називається акселерометр. Принцип дії акселерометра можна продемонструвати способом, запропонованим [4, с. 52] або ж використати комп'ютерну модель.

Використання запропонованого нами навчально-методичного комплексу та збереження послідовності формування фізичного поняття, яка базується на використанні традиційної методики навчання, як показують результати формуючого експерименту, призводить до повного і чіткого формування змісту та обсягу відповідного поняття.

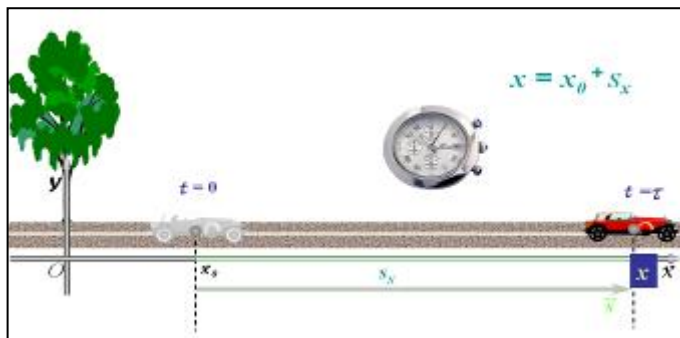


Рис.2.17

Активне залучення учнів до виведення рівнянь залежності кінематичних

характеристик рівнозмінного руху від часу здійснюється шляхом використання комп'ютерних моделей (рис.2.17). Останні дають можливість в динамічному режимі переглянути модель руху, в якій передбачені – система відліку, рухоме тіло. На рисунку вказуються відповідні фізичні величини і без затруднень учні пригадують відому формулу $x(t) = x_0(0) \pm s_x(t) \Rightarrow x = x_0 \pm s_x$.

Щоб отримати формули для розрахунку значення проекції переміщення при прямолінійному рівноприскореному русі, будуємо графік залежності проекції швидкості від часу, після чого використовуємо метод графічного інтегрування - сумування площ. При поясненні учитель керує демонстраційною комп'ютерною моделлю, визначає темп подання матеріалу і має можливість брати активну участь в організації навчального процесу. Якщо в учнів виникають труднощі, наприклад, при розпізнаванні геометричної фігури – трапеції, в програмі передбачено елемент повороту та приведення до подібного у математиці графічного її зображення, що сприятиме визначенню основ і висоти трапеції. В робочих зошитах учні виконують відповідні математичні викладки, мають змогу перевірки їх із записами на демонстраційному екрані.

В подальшому важливо звернути увагу учнів на суттєву відмінність між шляхом і переміщенням. Прийом, який ми застосовуємо при використанні комп'ютерних моделей описано в §2.4. Відмінність між пройденим шляхом і переміщенням як фізичними величинами зручно показати, розглянувши рух тіла із точки А в точку В вздовж траєкторії, що являє собою півколо радіуса R . Пройдений шлях – це довжина півкола $l = \pi \cdot R$, а модуль переміщення $|\vec{s}| = 2R$ (рис.2.18)

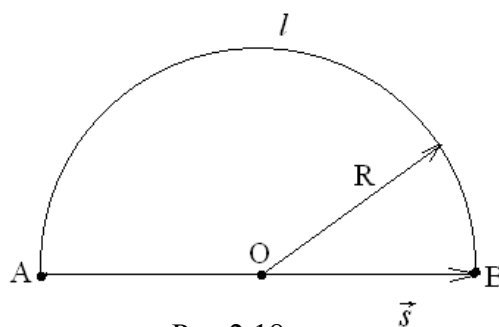


Рис.2.18

Як приклад застосування знань і вмінь на практиці в програмі міститься низка розв'язаних задач (рис.2.19), розглянувши які учень має можливість пригадати або ж вивчити хід розв'язку та використати підказки для розв'язування інших задач з кінематики поступального руху.

За час 10 с тіло пройшло шлях 18 м, при цьому швидкість його збільшилась в $n=5$ разів. Вважаючи рух рівноприскореним, визначити початкову швидкість тіла.

Дано:
 $t=10\text{с}$
 $s=18\text{м}$
 $v=nv_0$
 $v_0=?$

1. Виберіть систему відліку, на якій зобразити відомі з умови кінематичні характеристики

2. Запишіть векторне рівняння швидкості руху тіла

За час 10 с тіло пройшло шлях 18 м, при цьому швидкість його збільшилась в $n=5$ разів. Вважаючи рух рівноприскореним, визначити початкову швидкість тіла.

Дано:
 $t=10\text{с}$
 $s=18\text{м}$
 $v=nv_0$
 $v_0=?$

1. Виберіть систему відліку, на якій зобразити відомі з умови кінематичні характеристики

2. Запишіть векторне рівняння швидкості руху тіла $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

3. Запишіть рівняння проекції швидкості руху тіла $v = v_0 + at \Rightarrow nv_0 = v_0 + at$

4. Для знаходження a застосуйте формулу з кінематики, яка пов'язує початкову швидкість і шлях $v^2 - v_0^2 = 2ax \Rightarrow n^2v_0^2 - v_0^2 = 2ax \Rightarrow v_0^2(n^2 - 1) = 2ax$

5. Підставте вираз для визначення прискорення a $v_0^2(n^2 - 1) = 2 \frac{n-1}{t} v_0 x \Rightarrow v_0 = 2 \frac{n-1}{(n^2 - 1)t} x \Rightarrow v_0 = \frac{2s}{t} \frac{1}{n+1}$

Рис.2.19

Як відомо з психології для повноцінного засвоєння понять необхідно залучати якомога більшу кількість аналізаторів. У зв'язку з цим, окрім візуалізації і словесного пояснення, для зміни виду діяльності на уроці, рекомендуємо залучати кінестетичні рецептори у формі роботи з зошитом-конспектом, який входить до складу навчально-методичного комплексу. Це і перенесення позначок, символів, кольорової гами, внесення доповнень до рисунків, формул тощо. Як результат, роль вчителя під час уроку набуває нових функцій: здійснення оперативного керування індивідуальною діяльністю учнів класу; своєчасна оцінка труднощів кожного учня при сприйнятті матеріалу, надання в разі потреби, необхідної допомоги тим, хто не встигає за темпом уроку тощо. Це означає, що основним змістом діяльності учителя за нашою методикою є не лише передача знань, а організація активної пізнавальної діяльності та здійснення якісного індивідуального підходу, що в цілому сприятиме підвищенню рівня досягнень учнів.

Система використання у навчальному процесі комплексу дидактичних моделей не тільки забезпечує вивчення питань фізичної науки, які внесені в перелік затверджених програм, а й у значній мірі створює умови для навчальної мотивації учня.

Як відомо, загальна мета навчання фізики в школі не повинна зводитись до академічної освіти з фізики як такої. Фізика як навчальний предмет являє собою дещо відмінний від відповідної науки світ. В центрі тут повинна бути людина (учень), який засвоює основи цієї науки. Використовуючи реальний експеримент, створені на його базі комп'ютерні моделі, ми досягаємо того, щоб учень розумів технологізований світ, в якому він буде жити.

Застосування такої системи формування знань забезпечує їх усвідомлення та здатність використання отриманих вмінь та навичок у повсякденному житті.

Якщо вести мову про неперервну освіту, розташувавши в центрі всієї навчально-виховної роботи адекватне самовизначення учня, то першочергову важливість при розгляді сутності предметів набувають установчі цілі. Не трапиться, очевидно, великої біди, якщо учні не будуть пам'ятати деяких фундаментальних закономірностей, їх вреш-решт можна згадати, заглянувши в довідники, але дуже погано, коли учні втратять інтерес до фізики і вимушені будуть просто за вимогою оволодіти мертвою для них картиною світу. В цьому контексті зовсім не риторично звучить запитання: «Чому всі семикласники бажають вивчати фізику на початку навчального року, а через декілька місяців (можливо років) багато з них не бажає цього робити зовсім?»

Очевидно, що в учителя і учня мають бути однакові цілі – рух вперед. І розв'язувати ці задачі потрібно спільно з учнями, а не за них. Учитель скеровує діяльність учня, якомога менше передаючи йому знань в «готовому» вигляді, і як можна більше дозволяє здобувати їх самому через фронтальні дослідження, експериментальні задачі, розв'язок фізичних проблем.

Саме таку мету поставили автори, створюючи комп'ютерні моделі для супроводження уроків формування фізичних понять. В контексті підготовки до прозорості розуміння матеріалу 10-го класу – кінематики, варто звернути увагу на детальну математичну підготовку учнів. Це важливо для переходу від

образної фізики до теоретизованої (10 кл) і чіткого оперування рівняннями записаними у векторному вигляді.

2.3. Комп'ютерні моделі для формування понять про векторні фізичні величини

В курсі фізики користуються векторними величинами. Поняття векторної величини тісно зв'язане з поняттям вектора, але не тотожне йому. Відмінність між вектором (математичною моделлю) і векторною величиною в тому, що останні мають одиниці вимірювання. Векторна величина характеризує певну (деяку) властивість тіла, явища, процесу, які існують реально, її можна виміряти. Тому фізики оперують векторними величинами, які задають (позначаються) вказаними розмірами (в певному масштабі) і напрямком в просторі. Коли на діаграмі зображено «вектор швидкості», «вектор переміщення», то це слід розуміти, що йдеться про наочне зображення у вигляді напрямленого відрізка деякої фізичної величини у зручному масштабі одиниць її вимірювання. Очевидно, що напрямлений відрізок є зручним наочним зображенням векторної величини.

Важливою і водночас зручною та корисною властивістю є те, що всі дії над векторами справедливі для векторних величин. Однак варто зауважити, що додавати (віднімати) можна будь-які вектори, а векторні величини *лише* однорідні, та й то не завжди (наприклад, сили, що прикладені до різних тіл). Прийнято значення або абсолютну величину вектора називати модулем, що в геометрії позначають так $|\vec{b}|$. У багатьох формулах фізики зручно використовувати позначення такого вигляду $|\vec{b}| = b$.

Необхідні навички виконання операцій над векторами учні отримують згідно програми на уроках математики у VIII класі. Ці уміння необхідні для полегшення вивчення учнями 9-го класу курсу механіки на векторній основі.

Перший розділ механіки – кінематика – тісно пов'язаний з математикою своїми основними поняттями такими як координата, переміщення, швидкість та важливими математичними методами – координатним і векторним. Саме в кінематиці розглядається лише геометричний опис руху тіл.

Як відомо, вивчити механічний рух матеріальної точки (тіла) – це значить знайти його положення в будь-який момент часу відносно деякої системи відліку. Виконати таке завдання можна використовуючи три методи вивчення механічного руху: природній (натуральний), координатний і векторний [3].

В курсі фізики основної школи формуються поняття шляху, швидкості рівномірного і нерівномірного прямолінійного руху. Знання цих фізичних величин в принципі дозволяє обчислити пройдений тілом (точкою) шлях за певний інтервал часу. І якщо відома траєкторія в напрямку руху, то можна вказати координати місця розташування тіла в заданий момент часу. Однак загальна постановка задачі механіки полягає в тому, щоб знаходити положення рухомої точки в будь-який момент часу, не знаючи наперед, по якій траєкторії буде рухатись точка (тіло). Розв'язання цього завдання ґрунтується на понятті

переміщення.

Це поняття – переміщення – є в обох навчальних предметах – і в математиці, і в фізиці, проте зміст його дещо різниться [1]. Варто зауважити, що зміст слова «переміщення» можна розглядати як певну дію чи процес, або як певну величину – результат цієї дії. Саме тому фізики користуються терміном «вектор переміщення».

Розпочинаючи пояснення матеріалу про переміщення, учителю варто зауважити, що в поняття «переміщення» математики вкладають інший зміст. Переміщення в геометрії – це математичне перетворення. Саме з таким поняттям учнів знайомлять на уроках геометрії на прикладах переносу, повороту та осової симетрії. Переміщення у фізиці – більш вузьке поняття.

Вектор переміщення вводиться під час вивчення руху матеріальної точки або поступального руху твердого тіла. В такому випадку всі точки тіла описують паралельні траєкторії однакової довжини. Тому переміщенню при поступальному русі тіла в механіці відповідає паралельне перенесення в геометрії. Відповідно, переміщення є не що інше, як геометричний вектор.

На цьому етапі, як показує досвід, необхідно зосередитись на попередній підготовці учнів до подальшого вивчення векторних фізичних величин.

Пропонуємо етап повторення та узагальнення знань з математики провести, використовуючи демонстраційні комп'ютерні моделі. Презентаційний ряд створений в середовищі Power Point, налічує динамічні і статичні кадри з зображеннями та невеликим супроводжуючим текстом, що з'являється на екрані за командою вчителя (при натискуванні кнопки клавіатури). Залучення до сприйняття мінімум трьох органів відчуття – аудіовізуальних та кінестетичних – підвищує ефективність пропедевтичної підготовки до роботи з векторними фізичними величинами.

Демонстраційний ряд скомпонований так, що спочатку пригадується понятійний апарат: поняття вектора як напрямленого відрізка, що має початок і кінець (Рис.2.20) та характеризується напрямком і має певну довжину (модуль).

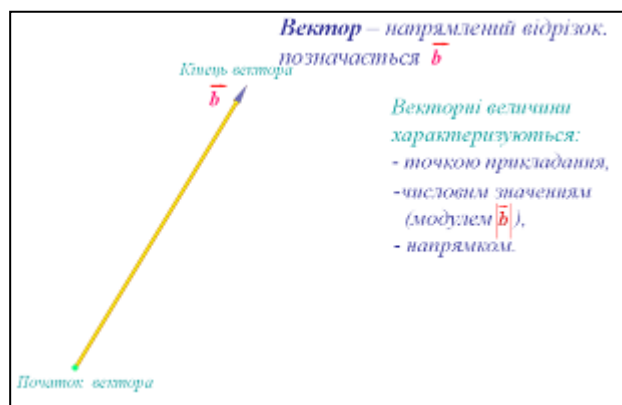


Рис. 2.20

Зосереджуємо увагу на тому, що довжина вектора може змінюватись, і у випадку, коли початок вектора співпадає з його кінцем, вектор називають нульовим вектором; його позначають $\vec{0}$. Зауважуємо, що про напрямок нульового вектора не говорять та те, що всі нульові вектори за визначенням рівні. Поняття нульового вектора детально використовують під час вивчення

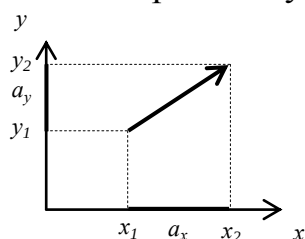
розділів динаміки та статички.

Необхідно пригадати поняття проекції вектора. Як показує досвід, краще це розпочинати шляхом визначення проекції вектора на одну вісь (рис. 2.21). Знаходимо її як довжину відрізка, яка визначається різницею проекцій координат кінця і початку вектора на вибрану вісь.

Останній запис дозволяє учням зробити висновок, що проекція вектора може бути додатною або від'ємною, в залежності від значень відповідних координат кінця (x_2) та початку (x_1) вектора. При цьому часто не завершують аналіз цього рівняння, упускаючи наявність ще одного важливого значення проекції, а саме рівність її нулю. Всі ці три можливих варіанти в динамічному режимі показуємо на комп'ютерній моделі, копія екрана монітора представлена на рис. 2.22

Як етап перевірки сформованості поняття проекції вектора, демонструємо знаходження проекцій вектора на дві осі (рис. 2.23 (а, б, в)) та чітко формулюємо, що проекція вектора на відповідну вісь може бути додатною, від'ємною і рівною нулю.

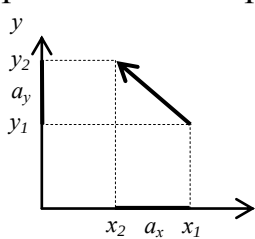
Щоби визначити проекцію вектора на обрану вісь, необхідно опустити перпендикуляр з початку і кінця вектора на цю вісь. Відрізок, що сполучає основи цих перпендикулярів і є проекцією вектора.



$$a_x = x_2 - x_1 \Rightarrow a_x > 0$$

$$a_y = y_2 - y_1 \Rightarrow a_y > 0$$

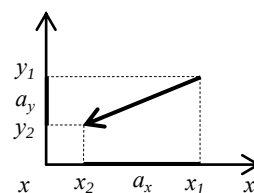
а)



$$a_x = x_2 - x_1 \Rightarrow a_x < 0$$

$$a_y = y_2 - y_1 \Rightarrow a_y > 0$$

б)



$$a_x = x_2 - x_1 \Rightarrow a_x < 0$$

$$a_y = y_2 - y_1 \Rightarrow a_y < 0$$

в)

Рис. 2.23

Використовуючи наступні комп'ютерні моделі, учні легко засвоюють і

друге просте правило для визначення знаку проекції вектора (рис. 2.24). Якщо кут між напрямком вектора і напрямком осі гострий $\left(0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}\right)$, то проекція вектора на вісь додатна; якщо кут α тупий $\left(\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi\right)$, то проекція вектора від'ємна. При $\alpha = \frac{\pi}{2}$ проекція вектора рівна нулю.

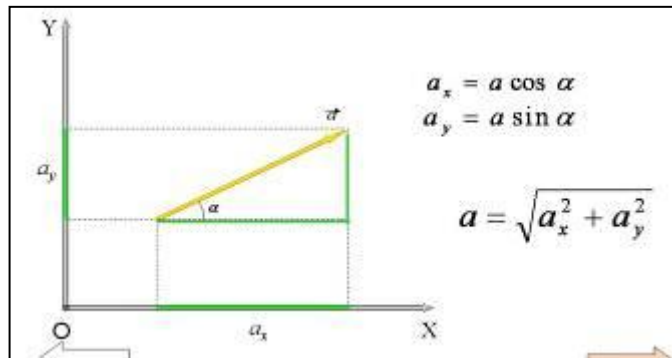


Рис. 2.24

Завершуючи роботу з цим блоком моделей пригадуємо один із способів визначення значення (модуля) вектора за його проекціями (рис. 2.24.6). Використовуючи паралельне перенесення, демонструємо утворення трикутника, довжину гіпотенузи якого необхідно визначити.

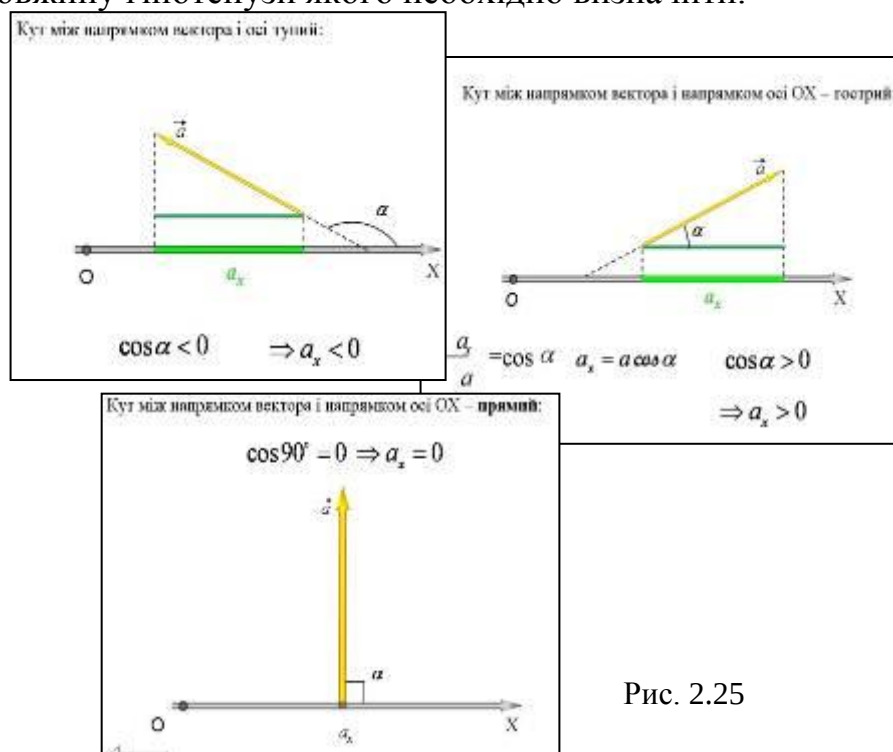


Рис. 2.25

Програмою з математики для учнів восьмого класу передбачено, що вони повинні знати дії над векторами та їх властивості, вміти застосовувати вектори до розв'язування простих задач. Проте і ці операції слід пригадати перед формуванням поняття про векторні фізичні величини.

Так на рис. 2.25 представлені фрагменти презентацій, які спрямовані на повторення дій з векторами, додавання (віднімання), пригадування правил многокутника, паралелограма та способів розрахунку значення (модуля) результуючого вектора.

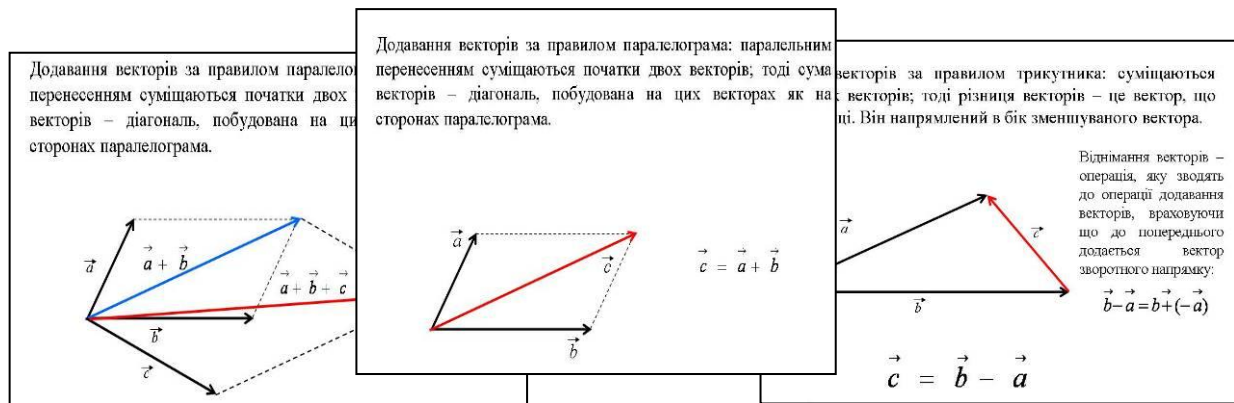


Рис. 2.25

Варто зауважити, що вектор можна визначити, не опираючись на геометричну інтерпретацію і не будуючи (відкладаючи) напрямлених відрізків. Вектор в просторі при вибраній системі координат визначається трьома числами (проекціями вектора), вектор на площині – двома числами.

При складанні векторів їх проекції складаються, при знаходженні різниці – віднімаються (рис. 2.26), при множенні вектора на число $k\vec{s}$, проекція вектора теж множить на це число тощо.

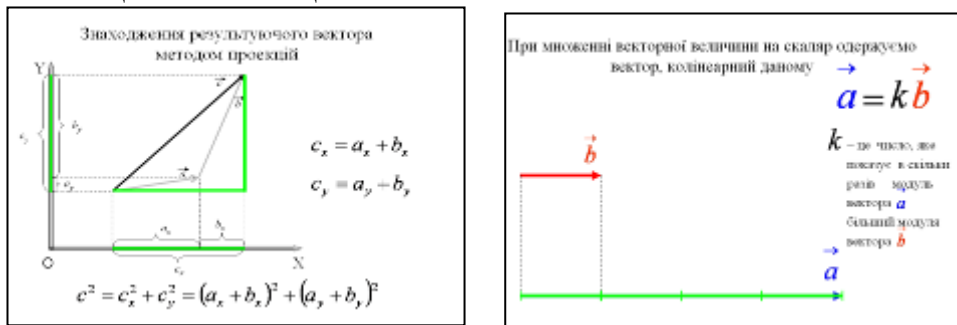


Рис.2.26

В профільних класах варто запропонувати запис вектора з урахуванням одиничних відрізків – ортів, наголошуючи на тому, що вони дозволяють представити векторну величину в такому вигляді, в якому наочно розкривається і її числове значення (модуль), і напрямок. Це вектори, у яких абсолютне значення (модуль) рівне одиниці, а напрямки співпадають з напрямками осей вибраної системи координат. В прямокутній системі ці одиничні вектори позначають $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$.

У відповідності з дією множення вектора на скаляр, складові, наприклад вектора швидкості, можемо записати таким чином

$$\vec{v}_x = v_x \cdot \vec{i}, \quad \vec{v}_y = v_y \cdot \vec{j}, \quad \vec{v}_z = v_z \cdot \vec{k}.$$

Відповідно вектор швидкості можна записати у вигляді

$$\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k}.$$

Використання одиничних векторів є корисним у випадках аналітичного складання векторів за проєкціями.

Прикладом виразу, в якому використовується одиничний вектор $\vec{r}$ може

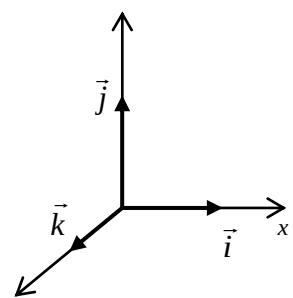


Рис. 2.27

служувати формула для розрахунку сили тертя ковзання $\vec{F}_{mp} = -\mu N \vec{\tau}$, де μ - коефіцієнт тертя ковзання, N - модуль нормальної складової реакції опори, а $\vec{\tau}$ - одиничний вектор для швидкості тіла відносно опори.

При повторенні курсу фізики бажано ряд відомих формул теж подати у векторній формі. Наприклад, закон всесвітнього тяжіння буде мати такий вигляд: $\vec{F}_m = -G \frac{M \cdot m}{r^3} \vec{r}$, де G - гравітаційна стала, m і M - маси двох тіл (матеріальних точок), r - відстань між цими тілами, $\vec{r}$ - радіус-вектор, проведений від тіла масою M до тіла масою m . Така форма запису закону показує, що сила $\vec{F}_m$, з якою гравітаційне поле, створене тілом масою M , діє на тіло масою m . При цьому лінія дії цієї сили співпадає з лінією радіус-вектора, хоча напрямки цих векторів протилежні.

Завершуючи пропедевтичний етап підготовки учнів до формування векторних фізичних величин важливо зупинитися на практичній підготовці умінь знаходження складових вектора на задані напрямки. Формування цих умінь не передбачено програмою з математики, проте важливість наявності їх в учнів не викликає сумніву.

Подібно до того, як складаються, наприклад, два вектори, в результаті чого ми отримуємо один вектор, що є їх сумою, ми можемо результуючий представити (розділити) на два вектори, сума яких дає початковий вектор. Цей прийом називають розкладанням вектора на складові – теж вектори – вздовж заданих (необхідних, зручних в даній задачі) напрямків. Ці складові називають компонентами вектора. Найпростіший варіант, якщо напрямки осей взаємно перпендикулярні (рис. 2.28).

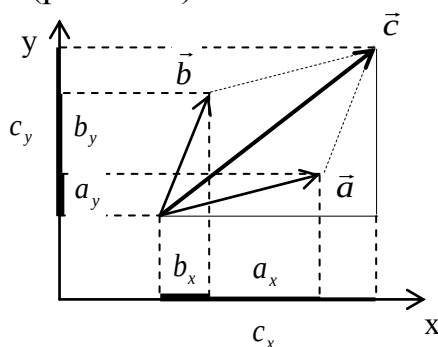


Рис. 2.28

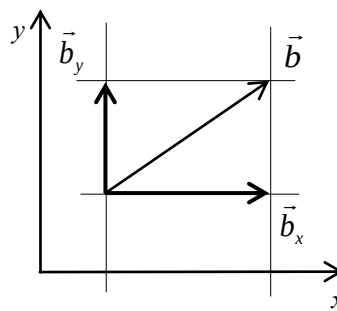


Рис. 2.29

Складові вектора $\vec{b}$ вздовж заданих напрямків знаходяться як результат перетину паралельних прямих, проведених через початок і кінець вектора відповідно до напрямку заданих осей.

Суттєва відмінність між проекцією вектора і складовою вектора – скаляром і вектором, зручно продемонструвати на комп'ютерній моделі (Рис.2.30, 2.31).

Варто зауважити, що використання комп'ютерної моделі дозволяє зосередити увагу та візуалізувати процес знаходження результуючого вектора та складових вектора. Це створюється ефектом того, що при знаходженні результуючого утворюється один вектор, а два (наприклад), що його утворили,

залишаються в уяві (ефект потускніння). Аналогічно при знаходженні складових – початковий вектор тускніє.

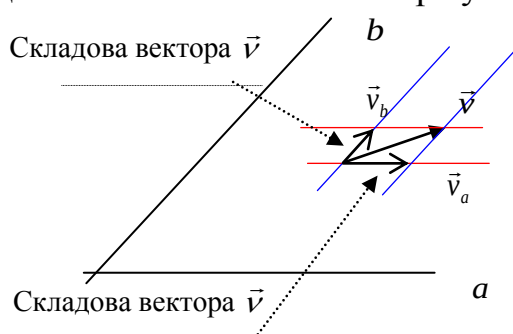


Рис. 2.30

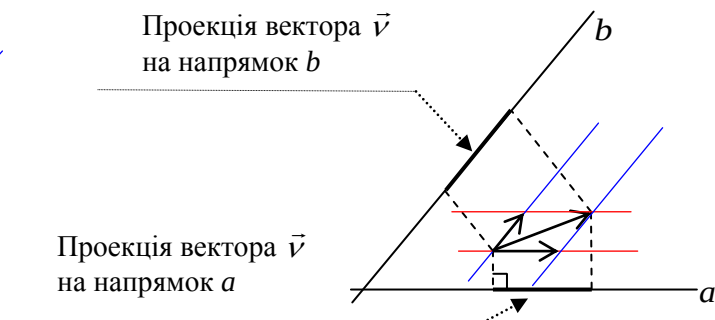


Рис. 2.31

Цим самим учні дійдуть висновку, що на діаграмі є або два вектори $\vec{a}$ і $\vec{b}$, або лише один $\vec{a} + \vec{b}$. Тому в подальшій роботі, маючи зображення і складових і результуючого вектора на діаграмі учні розуміють зміст рисунка.

Ще один аспект зв'язку математики і фізики заслуговує на увагу. Це множення вектора на скаляр. Якось не прийнято у фізиці концентрувати на це увагу, хоча знання та розуміння власне математичної операції множення вектора на скаляр значно спрощує розуміння та сприяє чіткому формулюванню (встановленню) фізичної величини.

Пригадаємо, що вектор $\vec{v}$ може бути помножений на скалярну величину c [11]. Добуток $c\vec{v}$ являтиме собою новий вектор, напрямок якого співпадає з напрямком початкового вектора $\vec{v}$, а величина більша (менша) в c разів. Інакше кажучи, множення вектора на додатну величину c змінює його модуль в c разів, не змінюючи при цьому напрямку.

Множення вектора на від'ємну величину призводить, окрім зміни модуля, ще й до зміни напрямку результуючого вектора на протилежний до початкового.

З метою закріплення сформованого представимо відомі кінематичні формули в вигляді добутку вектора на число

$$\vec{v} = \frac{1}{t} \cdot \vec{s} \qquad \vec{a} = \frac{1}{\Delta t} \cdot \Delta \vec{v}$$

Таким чином, проведення такого пропедевтичного курсу підготовки до формування понять про векторні фізичні величини з використанням демонстраційних комп'ютерних моделей, забезпечує ґрунтовну підготовку учнів до роботи з векторними фізичними величинами, інтенсифікує навчальний процес, сприяючи підвищенню інтересу до вивчення дисциплін фізико-математичного напрямку.

2.4. Методика формування відносності руху в механіці засобами мультимедіа

В шкільному курсі фізики ідея відносності є стрижневою. Розкриття відносного характеру руху розглядуваних у фізиці фізичних величин і понять, як правило, зацікавлює учнів (студентів) та сприяє розвитку їх пізнавального

інтересу (здібностей).

Саме з позиції відносності, як істотної ознаки, повинно завершуватись формування основних понять кінематики: стан руху і спокою, система відліку, траєкторія руху, вектор переміщення, додавання переміщень, швидкість, вектор швидкості, складання швидкостей.

Зауважимо, що важливим пропедевтичним етапом формування цих понять є повторення поняття про дії з векторами, що відомо учням з курсу математики [11].

Вивчення механіки передбачає роз'яснення основної задачі механіки, яка полягає у визначенні положення тіла в будь-який момент часу за даними початковими умовами. Це зумовлює необхідність формування таких понять як система відліку, траєкторія, основних параметрів механічного руху (шлях, переміщення, швидкість), основних рівнянь прямолінійного руху (рівномірного і рівнозмінного).



Рис. 2.32.

Із визначення механічного руху випливає необхідність указання тіла, відносно якого розглядатиметься цей рух. З метою однозначності визначення місцеперебування з тілом відліку пов'язують систему координат. Водночас необхідно вказати час, коли тіло перебуває саме в цій точці простору. Зосередити увагу учня на основних елементах системи відліку дозволяє ДКМ, зображення копії екрана якої показано на рис. 2.32

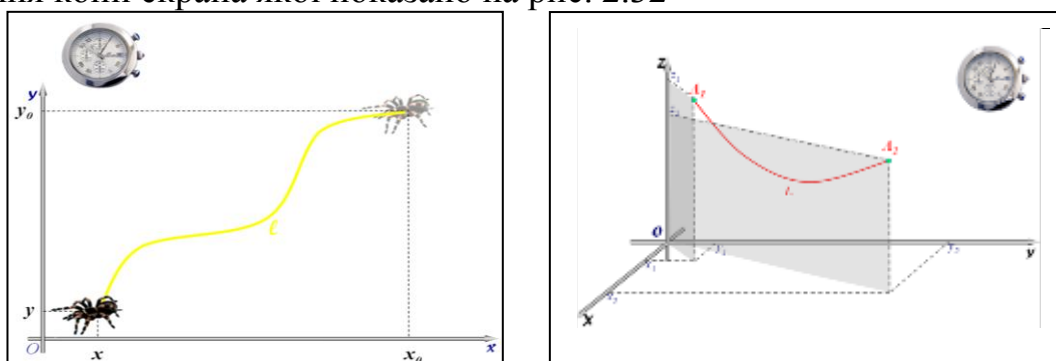


Рис.2.33

Наступні кроки, що пов'язані з формуванням в учнів умінь визначати положення тіла на прямій, в площині і в просторі, зручно виконати з використанням ДКМ, зосередивши увагу на тому, як правильно визначати координати положення тіла в площині та просторовій системі координат (рис.

2.33), що є досить складним елементом для учнів цієї вікової групи.

Отримані уміння є основою того, щоби разом з учнями зробити висновок про те, що система відліку дозволяє:

- а) зв'язати з конкретним моментом часу відносне положення тіла. Це фіксується відповідними координатами;

- б) координати розглядаються як залежні від часу величини. Іншими словами, координати розглядаються як деяка функція від часу.

Існує три способи аналітичного опису руху матеріальної точки.

Векторний – оснований на тому, що положення матеріальної точки в момент часу t визначається радіус-вектором $\vec{r}$. Його проводять з початку координат до рухомої точки (рис. 2.34).

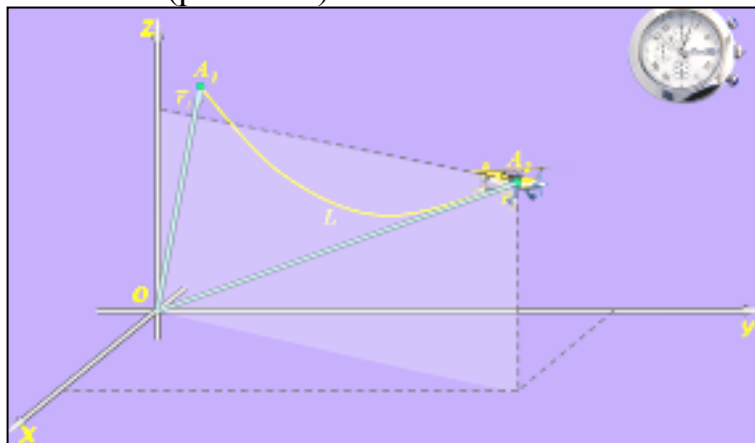


Рис.2.34.

Лінія, яку описує рухома точка з плином часу t , відповідно, кінець радіус-вектора $\vec{r}$, називають траєкторією руху, а функцію $\vec{r} = \vec{r}(t)$ – векторним рівнянням руху точки.

Важливо наголосити, що практично завжди, коли тіло рухається поступально, не обертаючись, його можна вважати матеріальною точкою, незалежно від розмірів, форми і пройденого шляху.

Координатний. Положення точки в будь-який момент часу визначається координатами: однією – при русі вздовж прямої, двома – при русі на площині, трьома – при русі в просторі (Рис.2.34).

З плином часу координати змінюються. За рівнянням руху, наприклад, на площині: $x = x(t)$, $y = y(t)$ – визначається розташування точки в будь-який момент часу.

Між векторним і координатним способами існує простий зв'язок, адже будь-який модуль вектора визначається координатами його кінців.

Природний – траєкторний. На заданій траєкторії вибирають початок відліку. Довжину траєкторії, вздовж якої рухалось тіло називають шляхом - $s(l)$. Очевидно, що положення матеріальної точки на траєкторії цілком визначається єдиною координатою l , яка є функцією часу: $l = l(t)$, $s = s(t)$.

З усіх способів аналітичного опису руху точки векторний спосіб найбільш компактний. Вирази законів механіки у векторній формі є найбільш загальними і не залежать від вибору системи відліку.

Спостерігати за рухом одного і того ж тіла можна в різних системах відліку. При цьому кінематичні характеристики руху у зв'язку з переходом від однієї системи відліку до іншої можуть змінюватись або залишатись незмінними.

Фізичні величини, які мають однакові значення в різних системах відліку, називаються інваріантними. До них на основі узагальнення досвіду відносять інтервал часу, довжину відрізка, стрижня і таке інше.

Величини, значення яких залежить від вибору системи відліку, відносно якої проводяться вимірювання, називають відносними. В кінематиці такими є координати, переміщення, швидкість, траєкторія руху тощо.

Думка про відносність руху з'явилась у працях М.Коперника. проте ідея відносності руху за Коперніком носить кінематичний характер – рух спостерігача і спостережуваного об'єкта кінематично рівноцінні, а кожного з них при цьому можна вважати нерухомим. Принцип відносності формулюється вперше Галілео Галілеєм. Аналізуючи різні механічні явища, які відбувалися в каюті корабля, який або був нерухомим, або рухався рівномірно прямолінійно, Галілей дійшов висновку, що відрізнити ці стани та встановити рухається корабель чи знаходиться у спокої принципово неможливо ніякими механічними дослідженнями. Цим самим у принципі відносності стверджується еквівалентність, принципова неможливість розрізнення спокою і рівномірного прямолінійного руху.

В даний час принцип відносності часто формулюється як твердження про інваріантність фізичних законів у всіх інерціальних системах (системи, які рухаються рівномірно і прямолінійно) відліку.

З погляду на це, принципово важливим є формування понять відносності при вивченні кінематики, не дивлячись на досить обмежену кількість годин, що передбачається навчальною програмою. Досягнення учнів, отримані ними знання та уміння їх використовувати для розв'язання конкретних задач, в повній мірі залежать від організації вивчення даного матеріалу, вибору прийомів та способів формування знань, умінь і навичок. Суттєвим доповненням до відомих у методиці навчання прийомів і способів викладання будуть ДКМ, створені з метою візуалізації відомих механічних явищ, що, як свідчить проведений педагогічний експеримент, сприяє значному поліпшенню та пришвидшенню розуміння даного складного матеріалу.

Відносність виду траєкторії можна продемонструвати в фізичній лабораторії відомими способами.

Яскравим прикладом, що демонструє відносність траєкторії є спостереження за рухом точки колеса авто або кочення диска вздовж демонстраційного столу. Відносно рухомої системи – траєкторія являє собою коло, відносно нерухомого спостерігача – циклоїда.

Як один із способів візуалізації виду траєкторії відносно різних систем відліку зручно використовувати динамічну комп'ютерну модель, фрагмент якої показано на рис. 2.35

Як відомо, в учнів досить розвинута інтуїтивна уява про абсолютність системи відліку, пов'язаної з Землею. Психологічно така абсолютизація Землі

як системи відліку цілком зрозуміла, адже людина звикла всі рухи розглядати відносно Землі або тіл, що розташовані на ній.

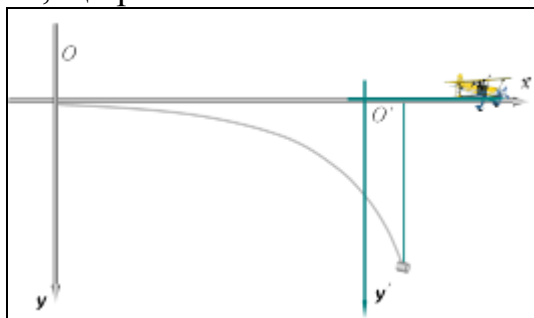


Рис.2.35.

Саме тому, в процесі вивчення механіки важливо сформувати у школярів поняття того, що такими ж «істинними» являються рухи відносно інших тіл відліку. Важливо лише так вибирати останні, щоби рівняння руху відносно цих тіл були якомога простішими.

З великою цікавістю на цьому етапі учні, та й студенти, сприймають фрагмент із книги Г. Галілея «Діалог про дві найважливіші системи світу – птоломееву і коперникову». З цих суджень Г. Галілей пізніше встановив принцип відносності, який в сучасній фізиці носить його ім'я. Важливий висновок виголошується з учнями про те, що всі інерційні системи відліку рівноправні.

Розвиток фізики і подальші дослідження дозволили А. Пуанкаре і А. Ейнштейну сформулювати загальний закон, який пізніше був названий принципом відносності Ейнштейна і має таке формулювання: у всіх інерціальних системах відліку всі закони природи однакові.

У класах з поглибленим вивченням фізики (профільних) варто розглянути спосіб визначення положення тіла за допомогою радіус-вектора $\vec{r}$, що полегшує введення поняття вектора переміщення (рис. 2.36).

Як відомо, в основу вивчення механічного руху на першому ступені навчання покладено поняття шляху. В курсі механіки 9-го класу застосовується координатний спосіб з використанням поняття вектора переміщення для забезпечення принципів науковості та послідовності викладу. Для полегшення сприйняття учнями такого логічного переходу необхідно належну увагу звернути питанню зв'язку між цими двома поняттями.

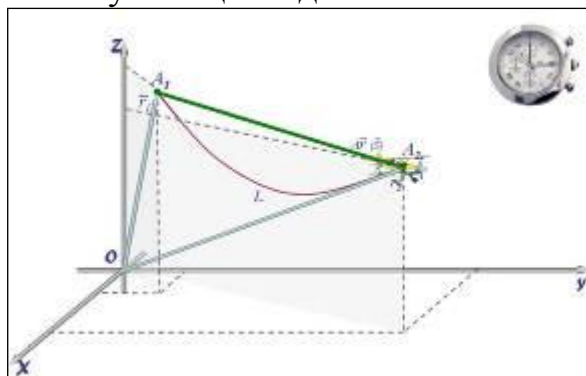


Рис 2.36

Опишемо методику розкриття цього зв'язку на базі використання демонстраційного комп'ютерного моделювання.

Шлях і переміщення тісно пов'язані одне з одним, оскільки вони описують одну і ту ж ознаку механічного руху – зміну положення тіла відносно іншого, прийнятого за нерухоме. Однак суттєвою відмінністю між ними є те, що шлях, як довжина траєкторії, скалярна величина, переміщення векторна. Вектор переміщення характеризують модулем (довжиною) і напрямком.

Важливо зазначити, що твердження – вектор з'єднує початкове положення тіла (точка A_1) і кінцеве (точка A_2) (Рис.2.36), зовсім не означає, що рух тіла відбувається вздовж лінії A_1A_2 . В запропонованій комп'ютерній моделі враховано, що в загальноосвітніх навчальних закладах векторний спосіб опису руху тіла реалізується через поняття переміщення, яке рівне зміні радіус-вектора $\Delta\vec{r}$: $\vec{s} = \Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$, тобто визначається, як геометрична різниця між радіус-векторами кінцевого і початкового положення матеріальної точки. За умови, якщо матеріальна точка, рухаючись вздовж траєкторії, переходить із одного положення в друге, а потім у третє і т.д., то результуюче переміщення визначається як геометрична сума окремих переміщень (рис.2.37).

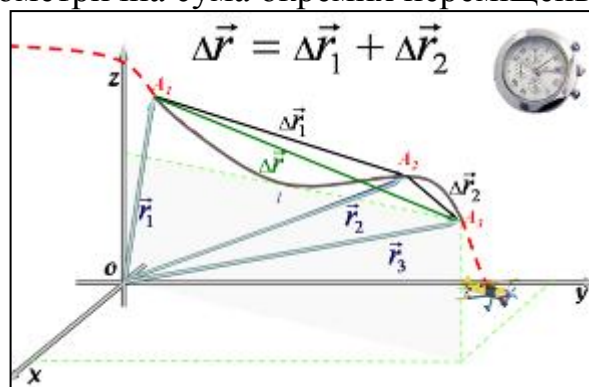


Рис.2.37

$$\Delta\vec{r} = \sum_{i=1}^n \Delta\vec{r}_i.$$

Це твердження складає важливий принцип механіки, який має назву принципу незалежності переміщень, його ще називають принципом незалежності.

Аналізуючи зображення, зосереджуємо увагу на визначенні координат кінців вектора переміщення, його модуля, вказуємо на суттєві ознаки фізичних величин шлях і переміщення.

Ще один результат аналізу обговорення спільного і відмінного в поняттях шлях і переміщення в тому, що для випадку поступального прямолінійного руху без зміни напрямку руху на протилежний шлях рівний модулю переміщення. Саме з цієї причини в учнів виникають труднощі в розмежуванні цих фізичних величин.

Математичні формули для розрахунку модуля переміщення встановлюються при вивченні відповідних рухів – рівномірного і рівнозмінного, розглянуто в § 2.2 цього посібника.

З метою здійснення «прозорішого» розуміння учнями законів додавання переміщень, складання швидкостей рекомендуємо використати демонстраційні комп'ютерні моделі, завдяки яким отримуємо можливість візуалізувати перебіг процесу (наприклад, руху тіла в рухомій воді, руху тіла вздовж рухомої

платформи тощо). Моделювання процесу дозволяє, використовуючи кадр-пам'ять, «запам'ятати» попереднє положення – видимий образ – або декілька таких положень. Це створює картину «бачення» перебігу явища, дозволяє зосередити увагу учня на зображенні певних фізичних величин, прослідкувати за їх змінами тощо, в результаті сформулювати висновки – наслідки побаченого.

Комп'ютерне моделювання, виконане на базі кадрів відеозапису реального експерименту, дозволяє у повільному темпі з дотриманням та розглядом всіх атрибутів руху проаналізувати спостережуване явище, виконати відповідні розрахунки, порівняння. На всіх етапах вивчення до роботи залучаються учні, що активізує сам процес набуття знань.

Як приклад додавання переміщень та розгляд фізичного явища з інших, ніж пропонує підручник, позицій, опишемо рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.

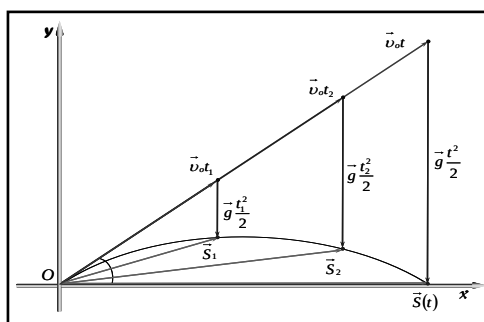


Рис 2.38

Дійсно, вектор переміщення $\vec{s}(t)$ дорівнює сумі двох векторів $\vec{v}_0 t$ та $\vec{g} \frac{t^2}{2}$.

Комп'ютерна модель передбачає показ таких рухів як окремих, а також їх одночасність (рис. 2.38).

До речі, таке тлумачення досить цікаве учням, хоча вони чітко орієнтуються в подібній ситуації, яка пов'язана з додаванням швидкостей. Так, якщо тіло кинуте під кутом α до горизонту з початковою швидкістю $\vec{v}_0$, то його швидкість через деякий час буде $\vec{v}(t)$. Її легко вказати, використовуючи векторний підхід, адже зрозуміло, що значення швидкості зміниться на величину gt (рис. 2.39).

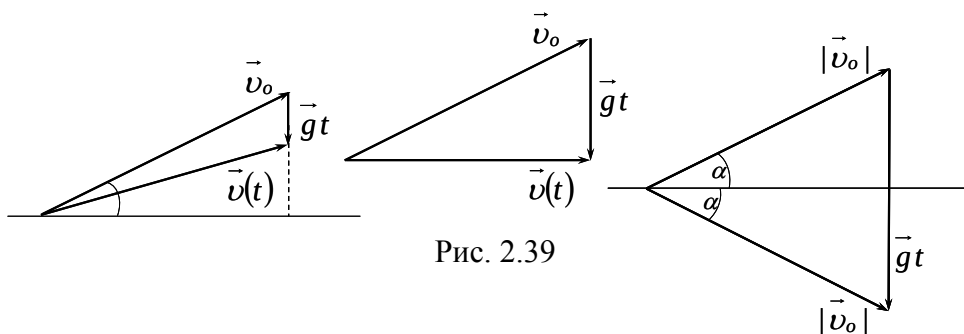


Рис. 2.39

Такий підхід дозволяє зробити один із висновків про те, що рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, можна розглядати як суперпозицію двох незалежних рухів, а саме – рівномірного прямолінійного зі сталою швидкістю $\vec{v}_0$ і вільного падіння в однорідному гравітаційному полі Землі.

В подальшому легко здійснити перехід до пояснення відносності переміщень і швидкостей.

Як зазначалося вище, залежність траєкторії, шляху, переміщення, швидкості однієї і тієї ж матеріальної точки від вибору системи відліку називають відносністю руху (рис.2.40).

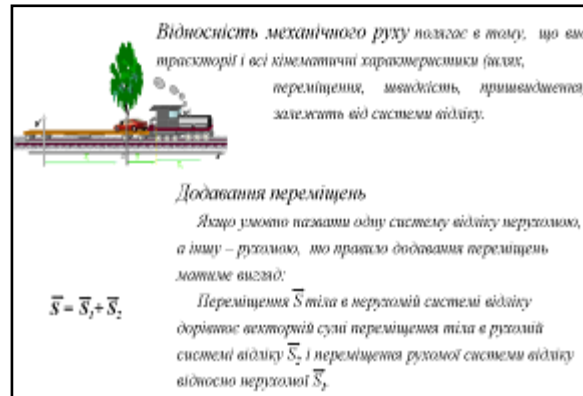


Рис. 2.40

На базі типового прикладу відносної величини в механіці – вектора переміщення $\vec{s}$ тіла, розглянемо використання ДКМ для формування класичного закону додавання швидкостей. Зміст його роз'яснюється учням на базі традиційних прикладів: руху пасажирів на палубі теплохода, який пливе річкою; рух пасажирів в вагоні поїзда, що рухається вздовж горизонтальної колії з постійною швидкістю тощо. Ці та інші способи вимагають певного напруження для концентрації уваги, уяви, що було до певного моменту спостереження, буде після початку спостереження тощо.

З метою більш простого сприйняття мисленого експерименту використати для комп'ютерного моделювання, врахувавши в них вище описані переваги.

Повертаємось до моделі руху літака, з якого викидають певні вантажі, наприклад, з гуманітарною допомогою. Ще раз зосереджуємо увагу учнів на різному вигляді траєкторії відносно систем відліку. Водночас сформуємо певний понятійний апарат.

Назвемо рух, в якому бере участь тіло внаслідок руху власне самої системи відліку – переносним (літак переносить вантаж). Рух тіла відносно системи відліку – відносним (рух вантажу відносно літака) (рис. 2.35, 2.41).

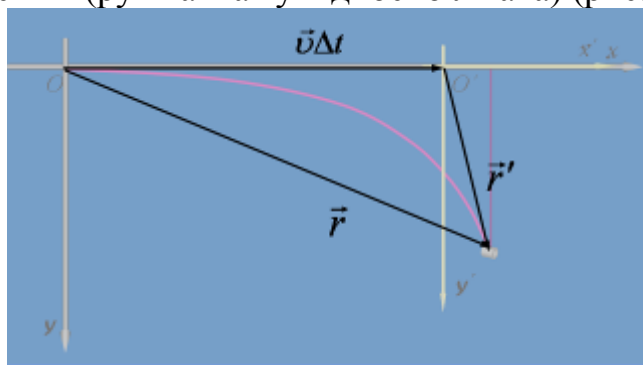


Рис. 2.41

Зрозуміло, що слід навчитися насамперед визначати сумарне (абсолютне) переміщення тіла, яке здійснює відносний і переносний рух.

Спостерігаючи модель руху визначаємо, що за інтервал часу Δt , рухома система перемістилась відносно нерухомої на віддаль $v\Delta t$ (v - швидкість

літака). Радіус-вектори положення вантажу по завершенні інтервалу Δt відповідно рівні $\vec{r}$ і $\vec{r}'$. Розташування векторів на екрані дозволяє констатувати, що $\vec{r} = \vec{r}' + \vec{v}\Delta t$.

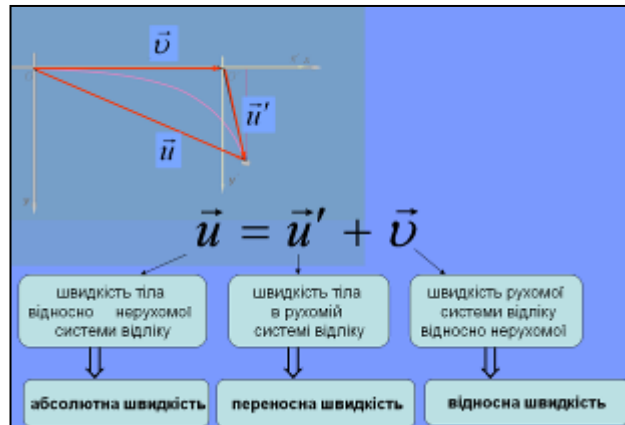


Рис.2.42

Важливо підкреслити, що в цьому (падіння вантажу) та інших прикладах (рух людини по палубі тощо) рух тіл відбувається в обох системах відліку одночасно.

Це значить, що значення всіх векторів в попередньому рівнянні визначаються в будь-який момент часу. Для випадку $\Delta t \rightarrow 0$ можемо записати $\frac{\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}'}{\Delta t} + \vec{v}$, враховуючи означення швидкості маємо рівність

$$\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v},$$

яка виражає закон складання швидкостей. З нього слідує, що швидкість руху залежить від системи відліку, в якій цей рух описується.

Із трикутника швидкостей бачимо, що результуюча швидкість $\vec{u}$ знаходиться як геометрична сума інших двох (рис.2.42).

Повертаючись до констатованих учителем понять відносної і переносної швидкостей уточнюємо, в яких системах відліку вони визначались та разом з учнями формулюємо класичний закон додавання швидкостей в механіці, загальний вигляд якого подано на слайд-кадрі (рис.2.43).

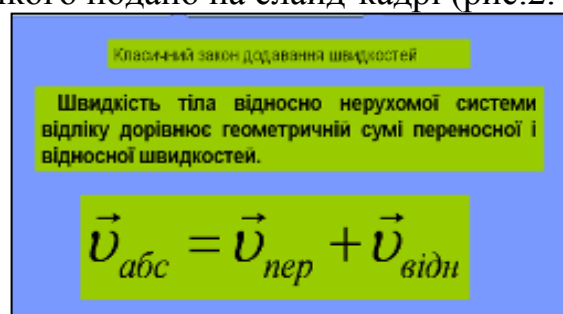


Рис.2.43

Класичний закон додавання швидкостей має певну область застосування. Він виконується з великою точністю при значеннях $v_{\text{пер}}$ і $v_{\text{відн}}$, які набагато менші швидкостей світла c у вакуумі. У випадку невисокої математичної підготовки учнів пропонуємо такий хід міркувань для виведення закону складання швидкостей. Він полягає у поясненні найпростішого випадку, коли обидва рухи – відносний і переносний, здійснюються вздовж однієї прямої. Визначимо переміщення автомобіля, який рухається вздовж рухомої залізничної платформи. На моделі видно, що переміщення авто відносно

нерухомого тіла (дерева) дорівнює $\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$.

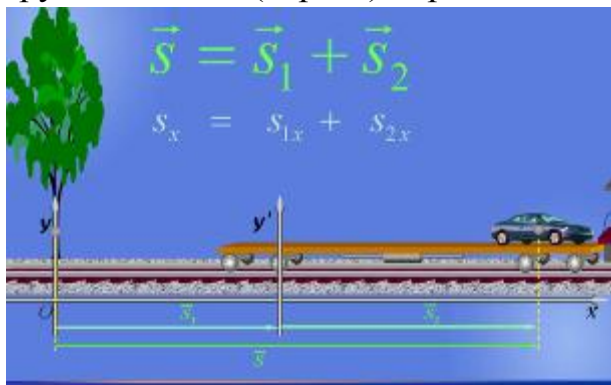


Рис.2.44

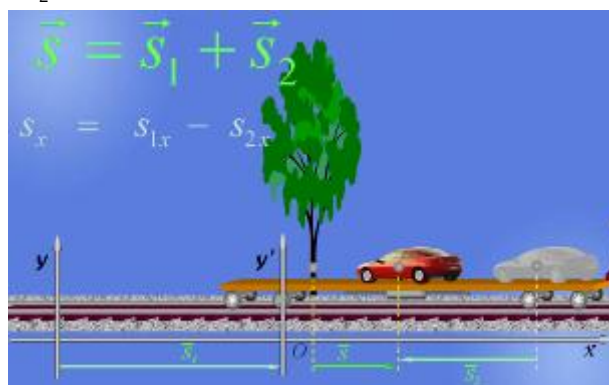


Рис. 2.45

Розглядаючи приклади руху авто в напрямку (проти) руху платформи, зауважуємо, що модуль переміщення знаходиться як алгебраїчна сума довжин переміщень, в той же час шлях визначається арифметичною сумою тих самих довжин (рис.2.44, 2.45).

Наголошуючи на однаковості інтервалу часу події, отримуємо формулу додавання швидкостей: швидкість руху тіла відносно нерухомої системи відліку визначається як геометрична сума швидкості рухомої системи відліку відносно нерухомої та швидкості тіла в рухомій системі координат.

При поясненні даного матеріалу вчителю слід пам'ятати, що закон складання швидкостей при переході від однієї системи відліку до іншої не слід плутати із принципом незалежності рухів.

Запропоновані демонстраційні моделі зручно використовувати на завершальному етапі формування понять, при розв'язуванні фізичних задач, у випадку, коли одне із тіл рухається рівномірно і з ним можна пов'язати рухому систему координат.

Основна увага при цьому спрямовується на засвоєння суті правила додавання швидкостей і демонстрація того, як раціональний вибір системи відліку полегшує розв'язування задач. З метою ілюстрації важливості вибору системи відліку корисно розглянути декілька задач, вибравши систему відліку «земля».

Порівняльний аналіз ходу розв'язування допоможе розвіяти ілюзію про абсолютність руху відносно системи відліку «земля» та переконає учня в тому, що розв'язувати задачі значно спрощується у випадку вдалого вибору системи відліку.

При відборі задач і вправ перевагу слід надавати тим, розв'язування яких не супроводжується громіздкими математичними викладками. В них має яскраво і ефективно висвітлюватись фізика явища. Добираючи задачі учителю необхідно уважно проаналізувати наявні до них рисунки, адже до багатьох задач вони виконані з певними неточностями, як наприклад розташування рухомого тіла за напрямком абсолютної швидкості

Для полегшення самостійної роботи учня з підручником «Фізика 10» пропонуємо використовувати динамічну комп'ютерну модель руху човна по річці (рис.2.46), дотримуючись всіх послідовностей словесного опису цього

завдання в підручнику.

Розв'язування такого типу задач важливе і тому, що вони допомагають «розвіювати» ілюзію про абсолютність руху відносно системи «земля», і тому, що переконують учня в тому, що розв'язування задач значно спрощується.

На наш погляд, усвідомлення засвоєння учнями основних ідей відносності в механіці певною мірою можливе шляхом використання демонстраційних комп'ютерних моделей, які змодельовані на базі демонстраційного фізичного експерименту.

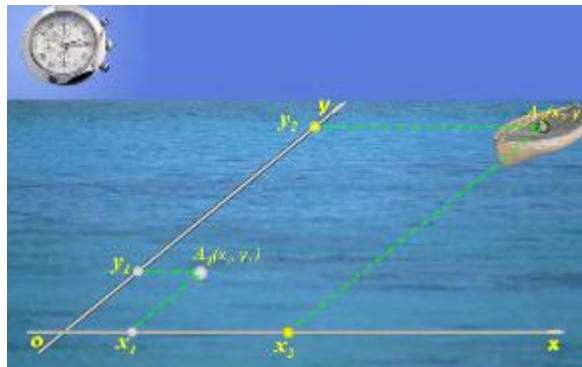


Рис.2.46

Використання комп'ютерних моделей в поєднанні із реальним дослідом чи демонстрацією лише підкріплює істинність знання про навколишній світ. Водночас комп'ютерні моделі дозволяють розширити і урізноманітнити інформацію про спостережувані об'єкти, явища тощо, що призводить до забезпечення глибокого засвоєння властивостей цих явищ, ознак, об'єктів краще, міцніше, надійніше.

2.5. Формування понять про графічні залежності кінематичних величин з використанням ДКМ

Згідно до вимог програми з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів у основній школі в учнів повинно бути сформовано вміння читати й будувати графіки функціональних залежностей фізичних величин. Як відомо, графічне зображення функціональної залежності між величинами, які описують процеси, що відбуваються навколо в природі і техніці, найбільш яскраво і наочно розкривають ці залежності. До того ж графічні задачі і вправи сприяють глибокому розкриттю фізичної суті процесів і явищ, свідомому засвоєнню фізичних закономірностей.

Аналіз методичної літератури свідчить, що використанню графічного методу у фізиці взагалі, і механіці, зокрема, надається достатня увага. Однією з фундаментальних робіт, яка присвячена даному питанню, є робота Л.І. Резнікова «Графічний метод у викладанні фізики». У ній обґрунтовано загальноосвітнє і політехнічне значення графічного методу в шкільному курсі фізики, роль графіків у формуванні фізичних понять, описана техніка побудови та читання графіків.

У роботі П.Я. Михайлика «Шкільний курс фізики в графіках» наведено графіки майже всіх функціональних залежностей, які вивчаються в курсі фізики загальноосвітньої школи, розглянуто задачі, на яких показано, що графічний метод у ряді випадків є більш раціональним методом розв'язування. Проте, в посібнику розглянуті лише три задачі з механіки на застосування методу площ.

У цьому контексті слід відзначити посібник М.С. Цедрика «Фізика в графіках», у якому наводяться графіки основних фізичних залежностей та

розглядаються приклади їх використання.

Графічний метод розв'язування фізичних задач висвітлено також в дослідженні. Формуванню вмінь учнів графічно описувати явища з використанням міжпредметних зв'язків фізики і математики присвячено роботи [2,3]

У процесі використання графіків відбувається формування еталонного зорового образу, на основі якого пізніше проводиться аналіз графічних представлень аналітичних залежностей. Цей етап важливий у навчанні, оскільки формує в учнів поняття інваріантності представлень одного і того ж процесу в принципово різних просторах: в семантичному і фізичному. Наявність в учня початкового еталона зорового образу функціональної залежності примусить його засвоїти зовнішні ознаки графічного подання цієї залежності, співставити їх з зовнішніми ознаками аналітичного виразу (формули) і надалі ототожнювати ці ознаки.

Результати проведеного нами дослідження свідчать, що при вивченні кінематики значну складність викликають саме розуміння графічних залежностей кінематичних величин від часу. У ході констатуючого експерименту було виявлено, що більше 50% учнів за аналітичним виразом рівняння рівномірного і рівнозмінного руху, рівнянням швидкості рівнозмінного руху, рівнянням шляху не можуть визначити вигляд відповідної графічної залежності. Хоча на запитання «Який вигляд має графік залежностей $y = kx$, $y = kx + b$, $y = kx^2$?», близько 80% відповіли правильно. Це свідчить про те, що математичні знання і вміння змістової лінії «Функції та їх графіки» засвоюються учнями на достатньому рівні. Так, згідно навчальної програми з математики вміння і навички дослідження функціональних залежностей величин і побудови графіків цих залежностей формуються вже в курсі математики 5-6 класів. Зокрема, при вивченні теми «Раціональні числа та дії над ними» (6 кл.) програма з математики передбачає формування в учнів уявлення про прямокутну систему координат на площині, формування вмінь та навичок знаходити точку на координатній площині за її координатами і розв'язувати обернену задачу, ознайомлення учнів з прикладами графіків залежностей між величинами. Оскільки курс математики передбачає навчання учнів розв'язувати задачі на рух, що вимагають використання залежностей між швидкістю, часом та відстанню, то у 6 класі для побудови графіків доцільно використати саме ці залежності, причому з використанням відповідних буквених позначень, які практикують у курсі фізики.

У подальшому функціональні залежності величин розглядаються в шкільному курсі геометрії (8 кл.) в темі «Декартові координати та рухи в просторі». Тут учні вивчають рівняння прямої, з'ясовують поняття кутового коефіцієнта, розміщення прямої відносно координатних осей, взаємне розміщення двох прямих. У темі «Функції» учні вивчають означення та властивості функцій $y = kx$, $y = kx + b$, $y = kx^2$ тощо, продовжують формувати вміння та навички задавати функції аналітично, графічно, таблицею.

Аналіз програми з математики свідчить, що питанню про функціональні залежності надається достатньо уваги, а причиною виявлених під час

проведення експерименту помилок і прогалин у підготовці учнів є, очевидно, невміння переносити наявні знання, отримані при вивченні математики, для запису та інтерпретації фізичних закономірностей. Іншими словами, на уроках математики учні звикають до абстрактних математичних формул виду $y = f(x)$, до позначень невідомого через x і не бачать за ними відповідних зв'язків між іншими конкретними величинами. Це свідчить, що більшість учнів сприймають математику і фізику як окремі науки і часто не усвідомлюють існування зв'язку між цими дисциплінами.

Аналіз підручників з фізики для 10-го класу [15-17] показав, що теоретичний матеріал щодо графічних залежностей викладено повно, хоча переважно на абстрактному рівні. Не зосереджується увага на визначенні таких понять, як графік швидкості, руху, шляху, координати та не вказується на суттєву відмінність, наприклад, траєкторії в площині XOY і графіка координати (переміщення), шляху тощо. Водночас розуміння цих понять важливе, оскільки ними потрібно користуватись, розглядаючи і електричні взаємодії, і коливні та хвильові процеси тощо. Окрім цього, в шкільних підручниках слабо наголошуються міжпредметні зв'язки, зокрема, подібність запису рівнянь для фізичних величин і математичних, наприклад, у вигляді $v = v_0 + at$ і $y = kx + b$.

З метою усунення цієї прогалини ми пропонуємо використовувати прийоми, які сприятимуть інтенсифікації формування понять про графічні залежності кінематичних величин і відтворення знань з опорою на міжпредметні зв'язки та базуючись на застосуванні демонстраційних комп'ютерних моделей.

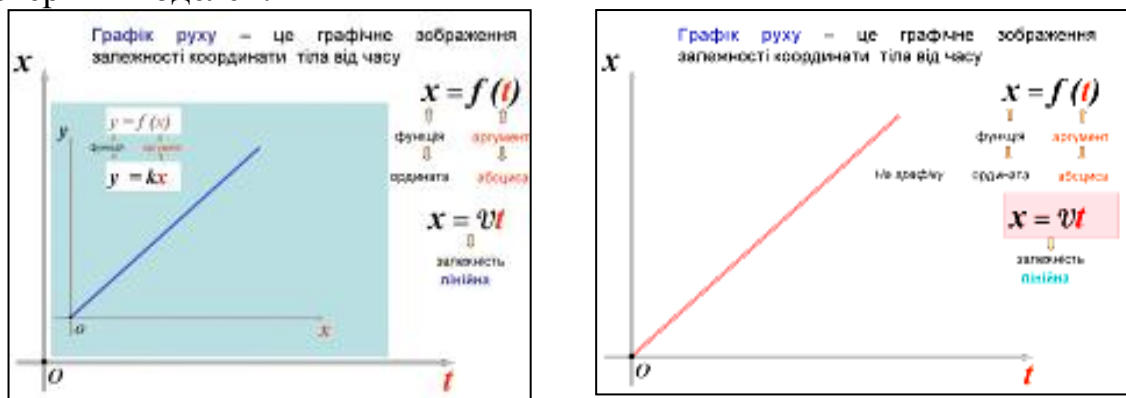


Рис.2.47

Доцільно актуалізувати знання учнів про графічне зображення функціональних залежностей фізичних величин, аналогічно до тих, які були сформовані на уроках математики. Для того, щоб учні усвідомили існування єдиного принципу побудови графіків, використовуємо такі ДКМ (рис.2.47), що дозволяють забезпечити поступове перенесення знань учнів з математики на фізичні задачі.

При цьому важливо зосередити увагу на означенні залежності між фізичними величинами. Наприклад, для наведених на рис.2.47 слайд-кадрах мова ведеться про графік координати рівномірного руху. До речі в діючих

підручниках з фізики немає детального опису побудови таких графіків, а як засвідчує досвід, багато учнів такого пояснення потребують. Пригадуємо формулу для розрахунку координати (шляху) при рівномірному русі і встановлюємо, що графіком координати називають графічне зображення залежності координати від часу. Використовуючи міжпредметні зв'язки, записуємо у символічному вигляді цю залежність $x = x(t)$ або $x = f(t)$. Цей запис є важливим тому, що учень повинен свідомо віднайти в аналітичній залежності місце аргумента і функції і вказати їх при позначенні відповідно абсциси і ординати. Гіперпосилання, передбачене в комп'ютерній програмі, дозволяє, в разі потреби, повернути учня до аналогічної залежності, що вивчалась на уроках математики. Шляхом візуальних співставлень та аналогій визначаємо вигляд графіка – пряма лінія, що проходить через початок координат. Учителю при цьому ще раз наголошує, що літери, якими позначають функцію і аргумент можуть бути будь-якими у відповідності до позначення фізичних величин.

Після цього обговорюємо послідовність дій, які необхідно виконати при побудові графіків. З'ясувати характер залежності, вибрати і позначити осі координат, вибрати зручний масштаб, скласти таблицю, нанести точки, зобразити графік.

Далі пропонуємо виконати самостійно в зошитах або на міліметровому папері побудову графіків функцій і описати їх. Досвід свідчить, що доцільно будувати такі графічні залежності, аналіз яких з фізичної точки зору поглиблює знання про фізичні явища. Так, обговорення графіків типу $x = 5t$, $x = -5 + 5t$, $x = 3 + 5t$, засвідчить, що лінії графіків паралельні, бо в усіх рівняннях однаковий коефіцієнт при змінному параметрі t . Це дозволяє зробити висновок, що кут нахилу ліній графіків до осі абсцис залишається незмінним, якщо швидкості руху тіл однакові. Аналізуємо з фізичної точки зору і вільний член відповідних рівнянь, який вказує координату в момент початку відліку часу. У порівнянні графіків типу $x = 2 + 4t$, $x = 2 + 2t$, $x = 2 + t$ з'ясовуємо, що кут нахилу графіка характеризує швидкість рівномірного руху. Наступна група графіків розглядається з метою формування знань та вмінь визначати місце та час зустрічі. Використавши аналітичний та графічний розв'язок рівнянь типу $x_1 = 3t$, $x_2 = 5 + 2t$ важливо вказати, що рух матеріальних точок здійснюється вздовж однієї прямої. Зустріч їх відбулась в точці, координати якої для записаних рівнянь $x = 15$. При вивченні кінематики рівнозмінного руху варто повернутись до цього типу задач як базових, аби при знаходженні точки перетину графіків у вигляді параболи і прямої учень не стверджував, що траєкторія руху – крива або пряма лінія.

Такі обговорення проводяться з учнями на основі аналізу і співставлення побудованих графіків у робочих зошитах з тими, що висвітлені на екрані мультимедійної системи у вигляді ДКМ. Аналізуємо їх, водночас навчаючи при цьому учнів прийомам і способам отримання додаткової інформації з отриманих графічних залежностей. Особливу увагу слід приділяти формуванню в учнів умінь не тільки будувати графіки, а й визначати за графіком особливості цього руху, тобто «читати» графіки руху. Аналіз конкретних

прикладів дає можливість поступово переходити до побудови графіків залежностей фізичних величин в загальному вигляді.

На наступному етапі, використовуючи створені комп'ютерні моделі, зосереджуємо увагу на аналізі графіка руху. Як правило, при виконанні завдання: «Показати на графіку, як рухається тіло» 85% учнів показували на пряму – розгортку в часі, не розуміючи, що рух відбувається лише вздовж (в напрямку або проти) осі ОХ, а саме зображення функціональної залежності $x = f(t)$ може бути різним: у вигляді прямої, параболи, синусоїди тощо.



Рис.2.48

Значну допомогу у формуванні правильних уявлень про графік руху надають ДКМ, на яких одночасно моделюється рух тіла і побудова графіка руху цього тіла (рис. 2.48). У моделі передбачені демонстрації для випадку – руху тіла в напрямку і проти осі, рух із зупинкою, руху без зупинок – вгору і відразу ж вниз. Показом демонстрації керує учитель: наступний елемент моделі з'являється при натискуванні кнопки клавіатури. Це дає можливість, в потрібному для даної категорії учнів у відповідності з їх підготовкою темпі, обговорення кроків побудови графічної залежності та з'ясування фізичної суті перебігу механічного явища.

Завдяки використанню таких прийомів візуалізації та елементів міжпредметних зв'язків у компоновці ДКМ, побудова графіків швидкості, шляху і переміщення викликає менше труднощів.

Важливим елементом для усвідомлення відмінностей між шляхом і переміщенням є побудова графіків шляху і переміщення в одній координатній площині із дотриманням одночасності побудови. Пригадуємо характеристики цих понять як фізичних величин і зосереджуємо увагу на їх графічному відображенні.

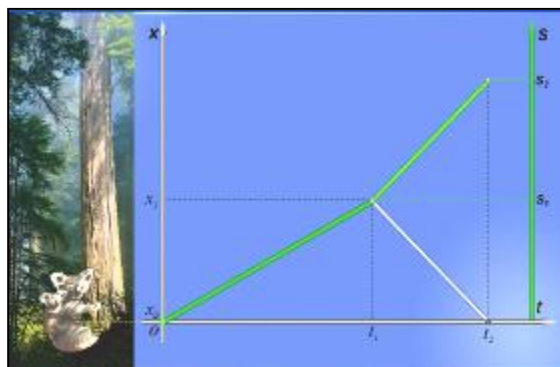


Рис.2.49

Помічаємо, що шлях лише зростає, а модуль переміщення або зростає, або

зменшується. На комп'ютерній моделі графіки зображені лініями різних кольорів (рис. 2.49).

Таку ж послідовність суджень покладено в основу для вивчення графічних залежностей рівнозмінного руху. Гіперпосилання, вміщені в відеорядах, виводять на екран монітора необхідну аналітичну залежність, подібну до тієї, що розглядається. Наприклад, при побудові графіка швидкості рівноприскореного руху, в якому миттєва швидкість визначається за формулою $v = v_0 + at$ з'являється при зверненні до гіперпосилання кадр, на якому зображено графік залежності $y = kx + b$, що аналогічна попередній. Аналогічно проводиться аналіз та поступовий перехід до зображення залежностей типу $y = kx^2$ та $y = ax^2 + bx + c$ до $x = \frac{a}{2}t^2$ та $x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$.

При формуванні практичних умінь і навичок учитель має можливість:

а) використовувати ДКМ для швидкого нагадування вигляду таких залежностей;

б) порівнювати графіки ДКМ з отриманими учнями в результаті розв'язування задач

Комп'ютерна програма у вигляді презентації на мові Power Point передбачає використання графічних залежностей для представлення способів визначення інших кінематичних величин. Так, за графіком $v = f(t)$ – знаходження пройденого тілом шляху і визначення прискорення, за графіком $x = f(t)$ – визначення швидкості руху.

Сформований принцип одержання інформації, наприклад, розрахунок шляху, пройденого тілом за деякий інтервал часу, за відомим графіком швидкості, варто використовувати при введенні формул і для інших фізичних величин. Так, за графіком залежності швидкості від часу для рівноприскореного руху учні можуть самостійно вивести формулу для розрахунку шляху.

Комп'ютерна модель дає можливість учителю подати утворену графіком, осями і лінією часу фігуру, в звичному для учнів вигляді – як це зарисовують на уроках математики. Для вчителя відпадає потреба у відшукуванні інших прийомів (рис. 2.50).

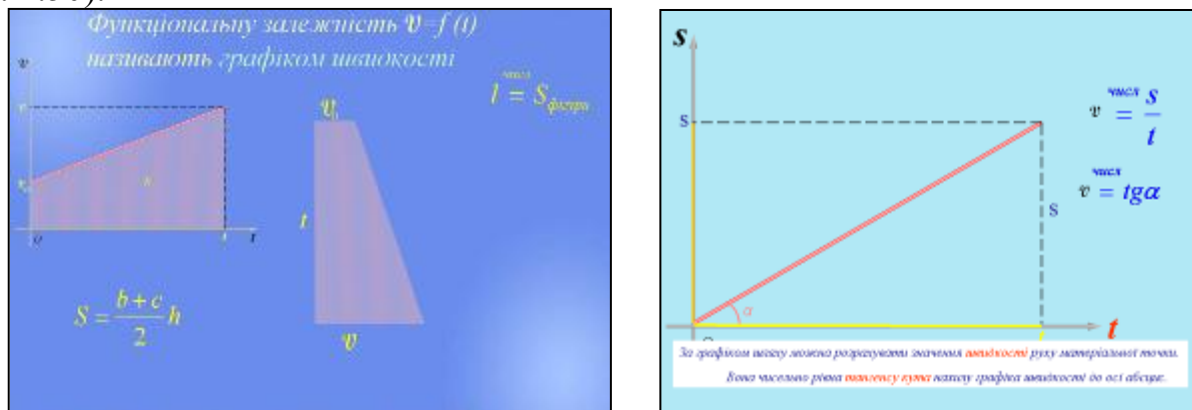


Рис.2.50

Без сумніву, що всі пояснення даного матеріалу можна проводити

традиційно, виконуючи малюнки і графіки на дошці кольоровою крейдою. Проте, демонстраційне комп'ютерне моделювання надає значні переваги в темпі сприймання навчального матеріалу учнями, покращує можливості й вивільняє учителя у спостереженні за діяльністю учнів. Естетична якість і виразність графіків у ДКМ призводить до більш ефективного впливу на зорові відчуття, що в поєднанні з аудіо- та кінестетичними відчуттями, сприяє глибокому усвідомленню навчального матеріалу.

Як результат, в учнів будуть сформовані основні вміння читання графіка не лише репродуктивного характеру (наприклад, визначити координату в певний момент часу), а й уміння знаходити додаткову інформацію з графічної залежності і в разі потреби записувати відповідні математичні рівняння для нових фізичних величин (вивести рівняння, співвідношення для інших фізичних величин). Такий підхід забезпечує формування умінь усвідомленого представлення функціональних залежностей між фізичними величинами у графічному вигляді, що в цілому забезпечує глибоке засвоєння понять кінематики як розділу механіки.

Використання комп'ютерних демонстраційних моделей в навчальному процесі надає можливість учителю формувати поняття в тісному поєднанні абстрактного рівня (аналітичні вирази) та наочно-конкретних представлень (конкретних образів), подавати і опрацьовувати значно більше інформації, робити її доступнішою для сприйняття та усвідомлення з метою подальшого практичного використання.

2.6. Дидактичні функції комп'ютерного моделювання при вивченні руху тіла під дією сили тяжіння

У сучасному шкільному курсі фізики тема “Рух під дією сили тяжіння” передбачає вивчення руху тіл, кинутих вертикально та горизонтально. Проте велике практичне значення у повсякденному житті відводиться руху тіл, кинутих під деяким кутом до горизонту: рух зернонок пшениці з зернопульта, потік силосу з збирального комбайна, рух м'яча при грі в баскетбол чи волейбол, рух струмини води з пожежного брандспойта тощо.

Досвід практичної роботи з учнями в школі, студентами в педагогічному університеті свідчить про наявність низки нерозумінь кінематики і динаміки цього процесу. Однією з причин такого нерозуміння, крім об'єктивних обставин (скорочення кількості годин на вивчення теми), на наш погляд, є не чітке дотримання логічної послідовності причинно-наслідкового характеру при формуванні поняття руху тіл під дією сили тяжіння. За браком часу учитель відмовляється від послідовного формування умов та створення проблемної ситуації, яка б сприяла глибокому розумінню фізичних основ цього явища. Окрім того, в сучасних шкільних підручниках дана тема також не висвітлена в належній послідовності. Так в підручнику С.У.Гончаренка [11] виклад матеріалу починається словами “Розглянемо ще один випадок руху тіла під дією сили тяжіння...”. Тобто одразу констатується факт, а не проводиться підведення під формування поняття руху тіла під кутом до горизонту. В

підручнику “Фізика, 9 кл.” під ред. Коршака Є.В., Ляшенко О.І., Савченка В.Ф. такий вид руху взагалі не розглядається.

Запропонована нами послідовність формування поняття руху тіла, кинутого під кутом до горизонту та поєднання комп’ютерного моделювання з реальним демонстраційним експериментом, дає можливість глибокого розуміння як процесів, вивчених раніше, так і тих, що вивчатимуться далі та базуватимуться на раніше вивченому.

Формування будь-якого поняття повинно будуватись на принципах дидактики. Саме така послідовність, на нашу думку, відповідає принципам науковості і наступності.

В кінематиці вивчаються лінійні рухи, не наголошуючи на причини, що викликають ці рухи, а саме дії сил.

Приступаючи до вивчення динаміки, варто повернутись до вивченого раніше з метою мотивації введення поняття сили. Для цього слід наголосити, що сила - це причина зміни швидкості. Оскільки швидкість – векторна величина, тому в наступному кроці необхідно проаналізувати різні випадки руху тіл, врахувавши, що вид руху визначається напрямком початкової швидкості:

1) якщо вектор сили і вектор швидкості колінеарні – то сила викликає лише зміну модуля швидкості, при цьому напрямок руху співпадає з лінією дії сили – *рух прямолінійний*: прискорений ($\vec{F}$ і $\vec{v}$ співпадають за напрямом) чи сповільнений ($\vec{F}$ і $\vec{v}$ – антипаралельні). У випадку постійної сили – рівноприскорений і рівносповільнений відповідно;

2) якщо вектори сили $\vec{F}$ і швидкості $\vec{v}$ – взаємноперпендикулярні – то змінюється лише напрямок швидкості – *рівномірний* (при умові $\vec{F} = \text{const}$) *рух по колу*.

3) якщо вектори сили $\vec{F}$ і швидкості $\vec{v}$ напрямлені під деяким кутом γ ($\gamma \neq 0^\circ; 90^\circ; 180^\circ$), сила змінює і напрям і модуль швидкості – траєкторія руху буде криволінійною – *криволінійний рух*.

Відповідно, для лінійного руху необхідно сформулювати поняття про тангенціальне прискорення, для руху по колу – поняття нормального прискорення, а в третьому випадку – як тангенціального так і нормального прискорення.

Найбільш суттєвими елементами базових знань при цьому є такі:

1) будь-який криволінійний рух розглядається як складний, який є результатом прямолінійних рухів: рівномірного тангенціального (вздовж дотичної до траєкторії) – руху за інерцією та прискореного вздовж лінії дії сили.

2) криволінійний рух – рух вимушений дією зовнішніх сил, тобто головну роль відіграє динамічна сторона руху.

Такий підхід призводить до спрощення процесу усвідомлення учнями характерних ознак руху і водночас дозволяє простежити причинно-наслідкові зв’язки та взаємообумовленість між кінематичними і динамічними величинами, тобто сформулювати цілісність явища в його розвитку.

Важливим моментом при вивченні криволінійного руху тіл є з'ясування умов, при яких цей рух відбувається. Вони такі: 1) рух тіла з деякою початковою швидкістю; 2) дія сили, напрямок якої складає деякий кут з напрямком швидкості.

Для формування розуміння учнями цього пригадаємо закони динаміки і з'ясуємо умови, при яких тіло рухається прямолінійно рівномірно та причини зміни величини і напрямку вектора швидкості. Перше пов'язано з тим, що можна вибрати таку систему відліку, в якій рівнодійна всіх сил, що діють на тіло, дорівнює нулю або ж сили не діють. Друге – з тим, що модуль швидкості змінюється тільки в результаті дії сили, напрям якої співпадає з напрямком вектора швидкості або протилежний до нього. Для глибокого усвідомлення цього учнями використовуємо такий прийом.

Нехай деяке тіло рухається вздовж криволінійної траєкторії з швидкістю $\vec{v}$. Допустимо, що на нього подіяла певна сила. Який результат дії цієї сили? Розглядаємо два варіанти відповіді.

В першому (рис.2.51) – пояснюємо учням, що розклавши постійну силу на дві складових вздовж і перпендикулярно до напрямку швидкості отримуємо ознаки раніше вивчених рухів: прямолінійного руху і руху по колу. Дійсно, складова $\vec{F}_{||}$ буде змінювати модуль швидкості, а складова $\vec{F}_{\perp}$ тільки напрямок швидкості.

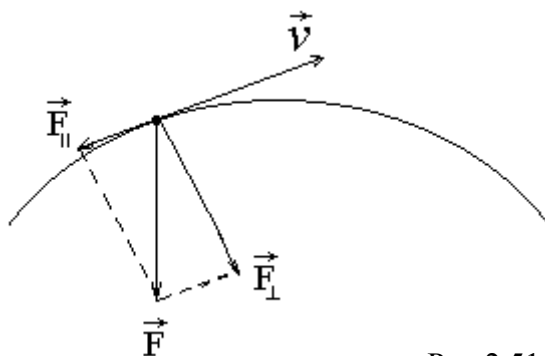


Рис.2.51.

В другому варіанті, який, на наш погляд, є більш зручним для підготовки учнів до сприйняття руху тіла під кутом до горизонту, проектуємо вектор швидкості на два напрямки: вздовж і перпендикулярно лінії дії сили (рис.2.52)

Паралельна складова швидкості до лінії дії сили має вертикальний напрямок, тому робимо висновок, що це є рух тіла, кинутого вертикально, в якому змінюється модуль швидкості і зауважуємо, що такий рух може відбуватись з незмінним прискоренням, якщо діятиме постійна за модулем сила. Друга складова перпендикулярна до вектора сили і тому ця сила не змінює значення складової швидкості.

Вище наведене дає змогу зробити висновок, що рух вздовж криволінійної траєкторії складний і його можна розглядати як два незалежних: один за інерцією (прямолінійний рівномірний), другий – прискорений завдяки наявності сили. Такий

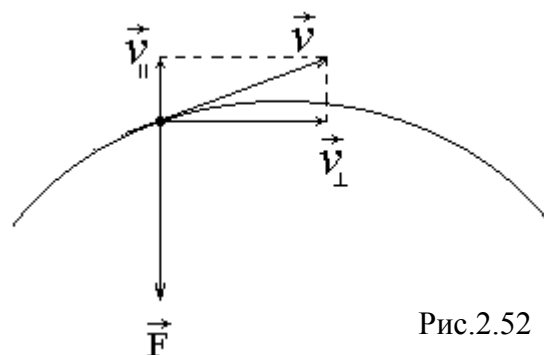


Рис.2.52

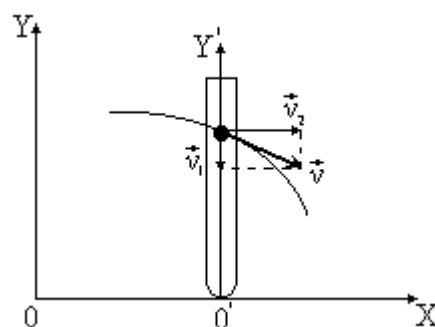


Рис.2.53

шлях є мотивацією розуміння необхідності знати фізичні величини та параметри, які характеризують даний рух. Варто продемонструвати як доказ можливості представлення криволінійного руху у вигляді суми двох лінійних рухів відомий експеримент, наведений в [4], фрагмент комп'ютерної динамічної моделі якого зображено на рис.2.53

Найяскравішим прикладом криволінійного руху в механіці, який часто спостерігається в практичній діяльності людини, є рух тіл в полі тяжіння Землі, кинутих горизонтально або під кутом до горизонту.

Розглядаючи рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, варто наголосити, що: 1) рухи тіл під дією сили

тяжіння розглядаються на невеликих висотах, тобто поблизу поверхні Землі, що дає змогу вважати силу тяжіння незмінною; 2) при русі тіл з невеликими швидкостями вплив сил опору незначний (опором повітря нехтуємо). Дотримання цих умов дає можливість стверджувати, що такий рух характеризується постійним за модулем прискоренням.

Покращанню формування поняття руху тіл в полі тяжіння Землі сприяє поєднання реального демонстраційного експерименту і його комп'ютерного моделювання. Останнє дозволяє візуалізувати та зіставити види траєкторії, що спостерігаються в класному експерименті з зображеними на екрані монітора.

Запропонована нами навчальна програма передбачає саме такі кроки: поєднання відтворення класного (демонстраційного) експерименту у формі відеозаписів та комп'ютерне моделювання, що додає ряд переваг, серед яких можливість сповільнення в часі спостережень, демонстрування зміни параметрів руху моделі тощо, а також при відсутності приладів в фізичному кабінеті, перегляд відеосюжетів реального експерименту на екрані монітора.

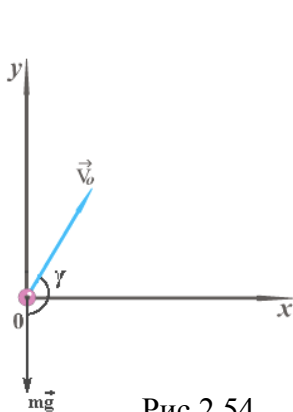


Рис.2.54

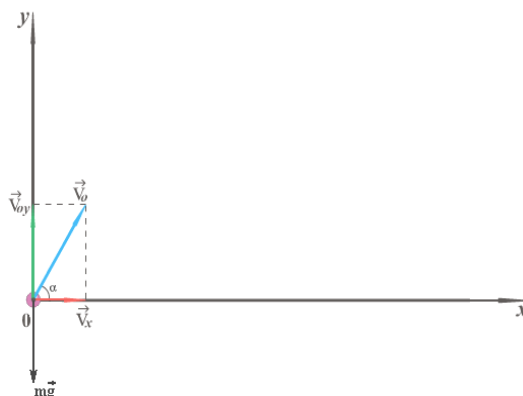


Рис.2.55

У зв'язку з цим в програмі матеріал розрахований на роботу учителя з учнями в класі та для самостійної роботи учня, де, крім зарисовок і формул, скомпонований повний виклад матеріалу, що вивчається. Для цього в навчальній програмі передбачено варіанти: “учитель” і “учень”.

Аналіз розташування векторів в запропонованому завданні дає можливість зробити висновки – траєкторія руху цього тіла буде криволінійною. Розкладаємо вектор початкової швидкості на два складових, використовуючи знайому учням декартову систему координат XOY (рис.2.55), осі якої направлені горизонтально і вертикально, рухи вздовж яких вивчались в

кінематиці

Розглядаючи рисунок на моніторі, дійдемо висновку, що сила тяжіння може змінювати модуль і напрямок вертикальної складової вектора швидкості $\vec{g}_y$, так як він співпадає за напрямком з лінією дії сили. Модуль вектора швидкості $\vec{g}_x$ сила тяжіння змінювати не може, так як напрямлена під кутом 90° до нього.

Згідно основної задачі кінематики про необхідність визначення положення матеріальної точки, потрібно знати її координати в будь-який момент часу. Для цього запишемо залежність координати від часу для кожного з цих прямолінійних рухів (рис.2.56, 2.57):

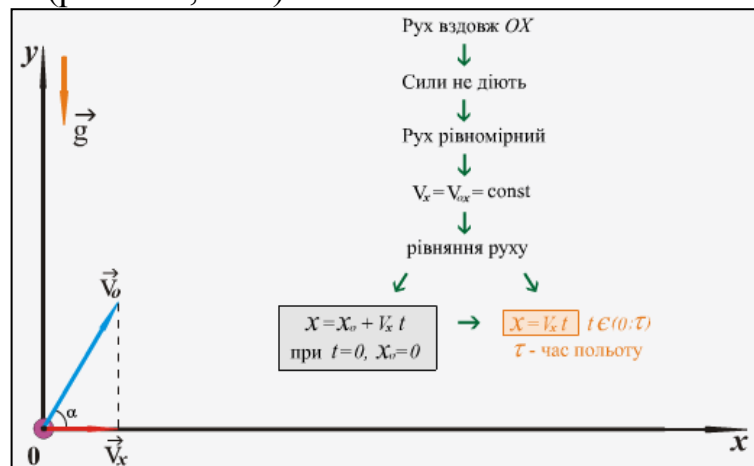


Рис.2.56

Опираючись на знання учнів з кінематики, записуємо рівняння для горизонтального руху: $x = g_x t, t \in (0; \tau)$, де τ - час польоту та констатуємо, що рух вздовж Ox (горизонтальний) – це рух за інерцією. Пригадуючи, що вид траєкторії залежить від системи відліку, для зручності вважатимемо, що в момент кидання ($t=0$), тіло знаходиться в початку координат ($x_0=0$).

Важливо зазначити, що в програмі передбачені гіперпосилання. зокрема, в даному кадрі при зверненні до останнього, учень може отримати інформацію про область визначення функції $x=f(t)$, що є суттєвим для усвідомлення меж застосування відповідних формул.

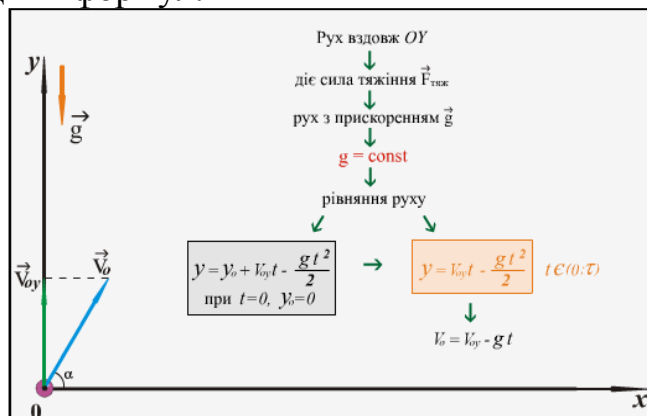


Рис.2.57

В наступному кадрі мова йде про вертикальний рух і записуються рівняння

руху $y = g_{oy} t - \frac{gt^2}{2}$ (рис.2.57), враховуючи, що при $t=0$, $y=0$, а область визначення отриманої функціональної залежності $t \in (0; \tau)$, де τ – час польоту.

Звертаємо увагу на те, що цей висновок учитель повинен детально пояснити, адже у багатьох учнів твердження того, що рівняння руху справджуються в такому вигляді для всього часу польоту не очевидні. У відповідності до принципу незалежності рухів (рис.2.58), визначаємо траєкторію цього складного руху. Як відомо, для встановлення рівняння траєкторії необхідно з рівнянь руху виключити параметр часу, тому маємо:

$$y = -\frac{g}{2g_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + (tg \alpha) \cdot x.$$

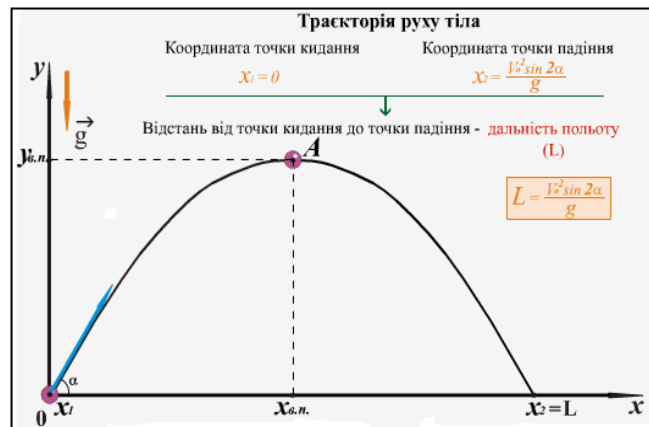


Рис.2.58

Це рівняння за зовнішнім видом нагадує відоме з математики рівняння параболи $y = ax^2 + bx + c$, аналізуючи яке, учні самостійно, що важливо, зроблять висновок про вид траєкторії. Зобразити її можна, знаючи точки перетину лінії з віссю OX та координати вершини. Ці міркування у вигляді опорних сигналів послідовно демонструються на екрані монітора.

Важливо для вивчення руху тіл, кинутих під кутом до горизонту, знати характерні параметри руху, а саме дальність польоту $L = \frac{g_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$, максимальну

висоту підняття $H = \frac{g_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$ та час польоту $\tau = \frac{2 \cdot g_0 \cdot \sin \alpha}{g}$.

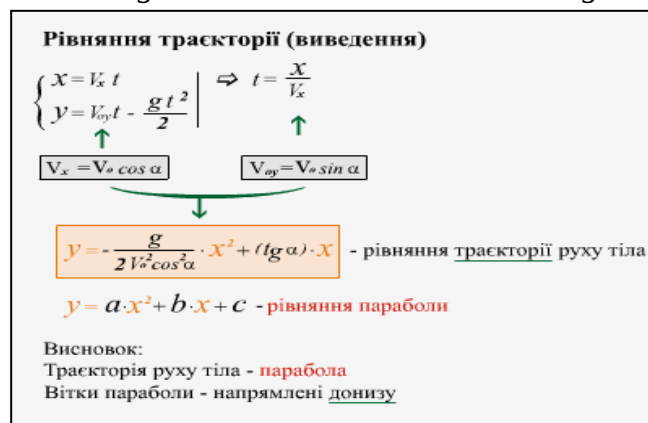


Рис.2.59

Гіперпосилання, що активізується при натискуванні кнопки миші на

словах дальність польоту, зосереджує увагу учня на те, що вона відраховується вздовж осі OX і дорівнює значенню координати x_2 розв'язаної системи рівнянь (рис.2.59):

$$y=0 \quad y = -\frac{g}{2g_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + (tg \alpha) \cdot x.$$

Аналогічно в наступному кадрі розглядається вертикальний рух і визначається висота підняття тіла над горизонтом (рис.2.60).

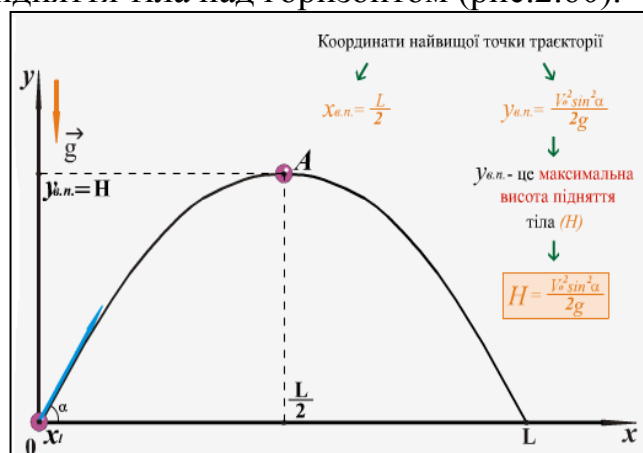


Рис.2.60

Важливим елементом сформованості знань є розуміння динаміки зміни модуля і напрямку вертикальної швидкості під час цього руху. В комп'ютерній програмі у вигляді динамічної моделі зображаються складові вектора швидкості на низхідній і висхідній вітках параболи (рис.2.61) і наголошується, що на висхідній частині траєкторії вектор сили протилежний вектору складової швидкості ($\vec{g}_y$), що призводить до зменшення її величини. На низхідній частині вектори $m\vec{g}$ і $\vec{g}_y$ збігаються за напрямком, тому в цьому випадку така сила прискорює рух тіла.

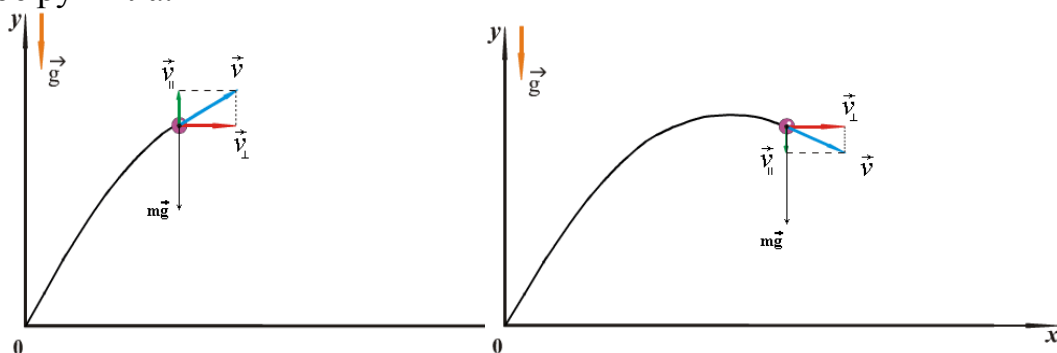


Рис.2.61.

Модуль швидкості тіла в будь-якій точці траєкторії визначають за теоремою Піфагора, оскільки вектори $\vec{g}_x$ і $\vec{g}_y$ взаємноперпендикулярні: $g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$. На екрані монітора учні можуть спостерігати за розташуванням вектора повної швидкості в будь-якій точці траєкторії.

В багатьох випадках, завершуючи пояснення цих моментів варто, ще раз повернутись до раніше вивченого матеріалу про причини зміни модуля і напрямку швидкості.

Передбачені далі в програмі гіперпосилання, дають можливість у разі потреби вивести для спостереження на екран монітора динамічну модель.

Під час розв'язування конкретних задач на знаходження висоти підняття, дальності польоту не варто обмежуватись виведеними формулами для розрахунку цих величин, а варто використовувати рівняння координат для рухомого тіла [4]. Тому в програмі поетапно виводяться формули для параметрів цього руху, доводиться, що час підняття тіла до верхньої точки траєкторії дорівнює часу його падіння, за умови збереження лінії горизонту

Завершується навчальний блок програми підсумковою таблицею (рис.2.62).

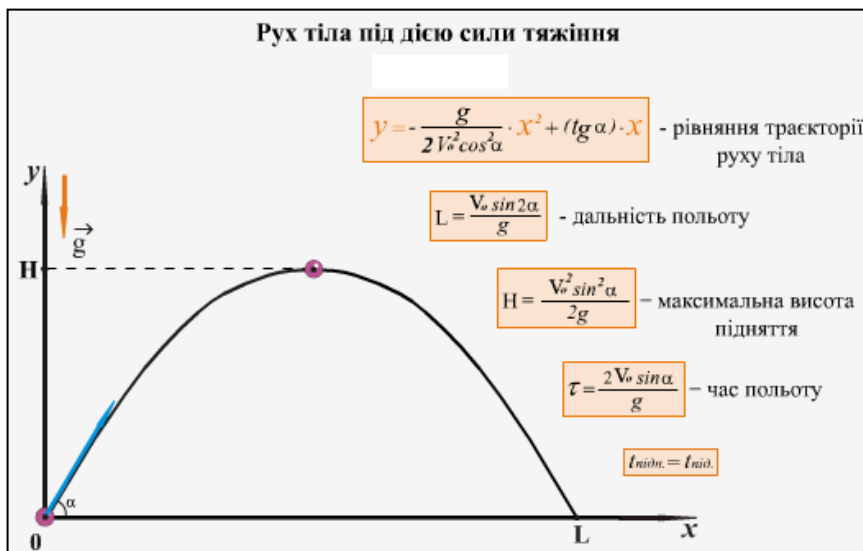


Рис.2.62

В такій же послідовності, як частинний випадок, розглядається рух тіла, кинутого горизонтально, причому для пояснення цього руху активно залучаються учні класу.

Як показує досвід, використання такої наступності дій та комп'ютерної підтримки сприяє свідомому і глибокому засвоєнню навчального матеріалу, інтенсифікації темпу уроку з одночасною економією часу. Для формування практичних вмінь і навичок застосувань знань на практиці в програмі наведені приклади розв'язування фізичних задач з повним аналізом розв'язку. В той же час програма містить задачі для самостійного розв'язання, для яких передбачені лише відповіді. Для контролю знань, умінь і навичок пропонуються різнорівневі варіанти тестової перевірки, які можна використовувати в різнопрофільних класах.

Програма передбачає поглиблення знань учнів з цих питань шляхом аналізу і розгляду динамічних моделей руху декількох тіл (двох, трьох і т.д.), що дає можливість перевірити усвідомлення учнями сформованих понять (рис.2.63).

Гарний ефект створює використання мультимедійного проектора для демонстрування таких рухів на великому класному екрані.

З метою формування практичних вмінь і навичок в програмі передбачено виконання лабораторної роботи. В режимі комп'ютерного моделювання можна

рекомендувати учням виконати творче завдання на дослідження виду траєкторії залежно від: 1) модуля початкової швидкості; 2) напрямку початкової швидкості; 3) кута кидання.

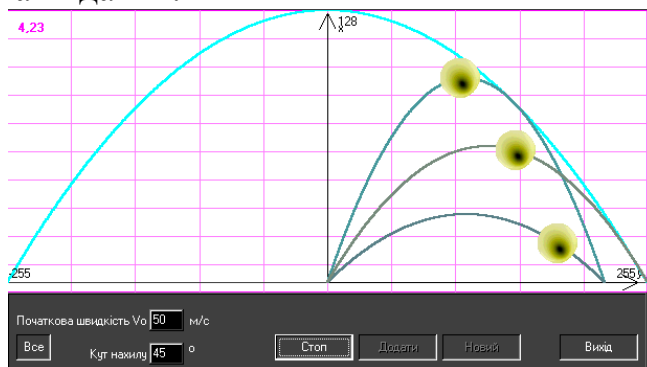


Рис.2.63

Такий підхід до формування поняття про рух тіл під дією постійної сили, напрямком якої не знаходиться на одній лінії з вектором швидкості служить основою розгляду руху штучних супутників в полі тяжіння Землі та планет, руху заряджених частинок в електричному та магнітному полях (електростатичному полі між обкладинками конденсатора, в прискорювачах заряджених частинок). Комп'ютерне моделювання при цьому нестиме основне навантаження завдяки аналогії, так як візуалізувати іншим способом, наприклад рух зарядженої частинки в магнітному полі, неможливо. Такий підхід водночас покращує процес застосування знань при розв'язуванні як класичних так і нестандартних фізичних задач прикладного характеру.

Серед недоліків важливо наголосити на тому, що розглядувана модель руху тіла має межі застосування, про які зазначалось вище, тобто рух відбувається в "безповітряному" просторі з малими швидкостями. В реальності траєкторія руху тіл дещо інша. Так, наприклад, для снаряду, що вилетів після пострілу з гармати, висхідна частина траєкторії довша і менш крута, низхідна – коротша і крутіша. Такі траєкторії називають балістичними кривими, а наука, яка вивчає закони руху тіл (снарядів, ракет тощо), кинутих під кутом до горизонту, називається балістикою. Вона поділяється на зовнішню і внутрішню. Перша досліджує рух снаряду всередині ствола під дією порохових газів. Основна задача зовнішньої балістики полягає в тому, щоб розрахувати рух снаряда: форму траєкторії, найбільшу висоту підняття, час і дальність польоту. Зовнішня балістика дозволяє визначити з якою початковою швидкістю і під яким кутом кидання повинен летіти снаряд, щоб влучити в ціль.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы: Учебн. пособие для студентов пед. ин.-тов по физ.-мат. спец. – М.: Просвещение, 1981.– 288 с. (3)
2. Бугайов О. І., Коваль В. С.. Комп'ютерна підтримка курсу фізики в середній школі: реальність і перспективи // Фізика та астрономія в школі – 2001. – №3. - С.16 – 18. (5)
3. Бригинець В.П., Подласов С.О, Холмська Г.Д. Електронний навчальний

посібник з розв'язування фізичних задач // Фізика та астрономія в школі. – 2001.- №2. – С. 31-33.(6)

4. Гончаренко С. У. Методика навчання фізики в середній школі. Механіка. Посібник для вчителів – К.: Рад.шк., 1984. – 207 с.(10)

5. Гончаренко С. У. Фізика. Проб. підруч. для 9 кл. загально освіт. шк., гімназій та кл. гуманітарного профілю. – К. : Освіта, 1997. – 431 с. (11)

6. Жалдак М.И. Комп'ютер на уроках математики. – К. Техніка, 1997.– 303 с. (18)

7. Комп'ютер на уроках фізики: Посібник для вчителів / М.І Жалдак, Ю.К.Набочук, І.Л. Семещук – КостопільЮ РВП «РОСА», 2005. – 228 с. (31)

8. Методика преподавания физики в средней школе: Механика: Пособие для учителя/ Э.Е.Эвенчик, С.Я.Шамаш, В.А.Орлов; Под ред. Э.Е Эвенчик. – 2-е изд., перераб.–М.: Просвещение, 1986.–240 с. (34)

9. Мисліцька Н.А., Заболотний В.Ф. Демонстраційні комп'ютерні моделі в системі засобів формування фізичних понять Вінниця: ВДПУ, 2008. – 110 с.

10. Основи нових інформаційних технологій навчання: Посіб. для вчителів / За ред.. Ю.І.Машбіца.– К.: ТЗМН, 1997.– 264 с.(40)

11. Погорелов А.В. Геометрія: Підручник для 7-11 класу серед. шк. – К.: Освіта, 1992. – 352 с.(43)

12. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 7-11 класи // [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/main>. (48)

13. Фізика 7 кл.: Проб. підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закладів / О. І. Бугайов, В. В. Смолянець. – К.: Школяр, 1999. – 272 с. (51)

14. Фізика, 9 кл.: Підручник для загальноосвіт. навч. закл./ Коршак Є. В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. – Київ; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2000. – 232 с.(53)

15. Фізика.10 клас: Підручник для загальноосвіт. навч. закладів/Ф.Я. Божинова, В.Г. Бар'яхтар. - Х.: Вид. «Ранок», 2010.

16. Фізика для 10 класу загальноосвіт. навч. закладів/ В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий/.- Вид. «Освіта», 2010.

17. Фізика.10 клас: Підручник для загальноосвіт.шкіл. (профільний рівень) /Т.М. Засекіна, М.В. Головка. - Пед.думка, 2010.

3 РОЗДІЛ

ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИКА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ.

Сьогодні ведуться дискусії про те, якою має бути освіта у XXI столітті. Центальною проблемою педагогіки і психології, як і раніше залишаються пошуки факторів, що базуються на застосуванні таких типів технологій, форм, прийомів і методів навчання, які забезпечували б підвищення рівня знань учнів, зміцнювали їх уміння і навички. У кожному епоху вчені намагалися розв'язати цю проблему на основі надбань попередніх поколінь.

Особливу увагу у вирішенні поставлених перед освітою важливих світоглядних та прикладних питань, відіграє курс фізики. Як навчальний предмет фізика посідає одне з провідних місць у вирішенні комплексних завдань навчання і розвитку підростаючого покоління. Вона створює необхідні умови для формування у молоді правильних наукових уявлень про навколишній світ та його фізичну картину, формує і розвиває у дітей науковий спосіб мислення, розкриває тісний взаємозв'язок науки з життям, суттєво поліпшує політехнічну спрямованість навчання.

Методика навчання фізики зазнала змін під впливом досвіду творчо працюючих вчителів і спеціальних досліджень, направлених на виявлення шляхів активізації пізнавальної діяльності учнів, підсилення їх самостійності, широкого використання в навчальному процесі технічних засобів навчання (ТЗН), комп'ютерної техніки.

Сучасний рівень розвитку комп'ютерної техніки і програмного забезпечення надає широкі можливості щодо модернізації та підвищення ефективності навчання. Використання мультимедійних технологій у навчальному процесі урізноманітнює його, підвищує ефективність засвоєння матеріалу, автоматизує процес навчання та контролю знань. Розвиток мережі Інтернет та зростання її впливу на всі сторони діяльності суспільства за останні роки зумовили в освітній системі істотні структурні зміни.

У зв'язку з цим можна стверджувати, що з поширенням у світі інформаційно-телекомунікаційних технологій та у зв'язку з істотними структурними змінами в освітніх системах склалися передумови появи і розвитку нового напрямку в освіті - дистанційного.

– В Україні розвиток дистанційного навчання підтримується на державному рівні. Так, у Національній доктрині розвитку освіти, Державній національній програмі «Освіта» (Україна XXI століття) [1] пріоритетними напрямками реформування освіти названі:

– створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення школи,

– входження України в трансконтинентальну систему комп'ютерної інформації.

– У Законі України «Про Національну програму інформатизації» [2] серед головних цілей визначено створення загальнодержавної мережі інформаційного

забезпечення освіти.

– Закон України «Про освіту» [3] вказує, що актуальними на сьогодні є можливості, які розкриває дистанційне навчання для поглиблення загальноосвітньої та фахової підготовки базуючись на використанні сучасних інформаційних та педагогічних технологій.

– Серед заходів щодо здійснення “Програми розвитку системи дистанційного навчання (СДН) на 2006-2010 роки” виділяли розробку методичного та дидактичного забезпечення, яке було необхідне для впровадження дистанційного навчання за визначеними переліками дисциплін для загальної та професійно-технічної освіти, напрямів підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації кадрів вищої та післядипломної освіти.

– З метою забезпечення організації навчального процесу за дистанційною формою навчання МОН України 21.01.2004 року (наказ № 40) затверджено положення про дистанційне навчання. Дистанційне навчання в Україні реалізується через систему дистанційного навчання (СДН). Вона є частиною системи освіти України, з власною нормативно-правовою базою, організаційно оформленою структурою, кадровим, системотехнічним, матеріально-технічним та фінансовим забезпеченням, що реалізує дистанційне навчання на рівнях загальної середньої, професійно-технічної, вищої та післядипломної освіти, а також самоосвіти.

– В концепції розвитку дистанційної освіти в Україні [4] вказано, що створення і розвиток системи дистанційної освіти орієнтується на такі соціальні групи:

- учнів старших класів, бажаючих одержати додаткові знання паралельно з навчанням у школі;
- осіб, які готуються до вступу у вищі навчальні заклади освіти;
- молодь, яка не має можливості одержати високоякісні освітні послуги в традиційній системі освіти через обмеженість пропускнуєї спроможності цієї системи, необхідності суміщення навчання з роботою, географічної віддаленості освітніх центрів і навчальних закладів тощо.

У нових освітніх умовах за підтримки навчального процесу сучасними інформаційними засобами для учнів відкривається широкий доступ до світових освітніх центрів, їх наукових та технологічних ресурсів. Виникає можливість спілкування людей, які перебувають на великих відстанях. Доступними стають фонди провідних світових бібліотек. Усе це сприяє реалізації, визначеної Національною доктриною розвитку освіти, мети – гуманітаризації освіти: формуванню цілісної фізичної картини світу, духовності, культури особистості і планетарного мислення.

Одночасно із законодавчою базою розвиваються науково-методичні основи дистанційного навчання. Уже розглянуто такі аспекти: підвищення ефективності навчання з використанням інформаційних технологій (В.Ю. Биков, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, В.Ф. Заболотний, О.І. Іваницький, В.І. Клочко, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамський, В.І. Сумський) педагогічні підходи до

комп'ютеризації навчального процесу (Б.С. Гершунський, Є.І. Машбиць, І.П. Підласий); дидактичні властивості комп'ютерних засобів (Є.С. Полат); теорія і практика модульного навчання (В. Огнев'юк, О. Фурман); теорія і практика особистісно-орієнтованого навчання (І.Д. Бех, С.І. Подмазін, І.С. Якиманський, В.В.Рибалка); педагогічні положення про активізацію навчальної діяльності (А.Ф. Есаулов, В. Лозова, М.І. Махмутов, В.Т. Оконь, І.Ф. Харламов, Т.І. Шамова, Г.І. Щукіна); методи творчого навчання за допомогою телекомунікаційних засобів (Г.А. Андріанова, А.П. Кудін, А.В. Хуторський); концептуальні педагогічні положення про дистанційне навчання (О.А. Андрєєв, Г.О. Козлакова, І.В. Козубовська, А.П. Кудін, В.М. Кухаренко, В.В. Олійник, Є.С. Полат, П.В. Стефаненко А.В. Хуторський).

Протягом останніх років в Україні здійснюються спроби розв'язання проблем дистанційної освіти. Однак більшість авторів зосереджуються передусім на організаційних питаннях та питаннях апаратного забезпечення передавання інформації. Поза увагою залишаються нароби західних науковців із змін у структурі навчального процесу за дистанційної форми навчання та проблеми розроблення нових методологічних підвалин і методик навчальних дисциплін.

3.1. Теоретичні аспекти використання елементів дистанційних технологій у навчальному процесі з фізики

Світовий процес переходу від індустріального до інформаційного суспільства, а також соціально-економічні зміни, що відбуваються в Україні, вимагають суттєвих змін та реорганізації у багатьох сферах діяльності держави. Зокрема це стосується освіти. Національною програмою "Освіта. Україна ХХІ сторіччя" передбачено реформування освіти та забезпечення її розвитку на основі нових прогресивних концепцій, запровадження у навчально-виховний процес новітніх педагогічних технологій і науково-методичних досягнень, створення нової системи інформаційного забезпечення освіти, входження України у трансконтинентальну систему комп'ютерної інформації.

На межі 60-70-х років минулого століття в науковому світі почали застосовувати термін *викладання на відстані*, а потім *дистанційна освіта*, *дистанційне навчання*. У 1982 році термін «*кореспондентська*» був замінений на «*дистанційна*» у назві Міжнародної конференції з дистанційної освіти - International Conference of Distance Education (ICDE) у Ванкувері, Канада. Міжнародна Рада з кореспондентської освіти також змінила свою назву на Міжнародну Раду з дистанційної освіти [5].

Зазначимо, що існує певна термінологічна проблема, суть якої пов'язана з мовленнєвим трактуванням. Так у роботі [6] серед основних причин існування труднощів під час перекладу англomовних термінів, які відносяться до дистанційного навчання вказують на наявність багатьох синонімічних рядів до основних термінів цієї терміносистеми в англійській і українській мовах. Яскравим прикладом цього твердження є переклад українською мовою терміна *дистанційне навчання*, який має в англійській мові такі взаємозамінно

використовувані терміни: education at a distance - *освіта на відстані*, distance education - *дистанційна освіта*, distance learning - *дистанційне навчання*, distance teaching - *дистанційне викладання*, distant education - *дистантна освіта*, distant learning - *дистантне навчання* та ін. Основною рисою, яка об'єднує всі ці терміни, являється використання інформаційно-комунікаційних технологій.

В даних україномовних термінах-синонімах першою частиною є слова *дистанційний* - distance, *дистантний* - distant та інші. Вони використовуються не випадково, тому що самі по собі показують, що нова форма навчання має істотну відмінність від традиційних денного та заочного навчання, а також підкреслюють основні риси цієї форми: навчання відкрите, інтерактивне й доступне для всіх, незалежно від того місця, де мешкає людина.

Ядром наведених термінологічних сполучень є терміни *освіта* - education, *навчання*, *вивчення* - learning, *викладання* - teaching.

Навчання в дидактиці класифікується як цілеспрямований процес взаємодії вчителя й учнів [7]. Це двоєдиний процес. Більш широке поняття *освіта*, що включає в себе [8]:

- освіта як цінність;
- освіта як система;
- освіта як процес;
- освіта як результат.

Як зазначалось поняття «дистанційне навчання», а відповідно і «дистанційна освіта» у педагогічній науці з'явилося відносно недавно, тому в науково-методичній літературі зустрічається багато варіантів їх визначень. Аналіз літературних джерел та узагальнення понять дистанційного навчання дозволяють виділення таких груп даних понять (рис. 3.1).

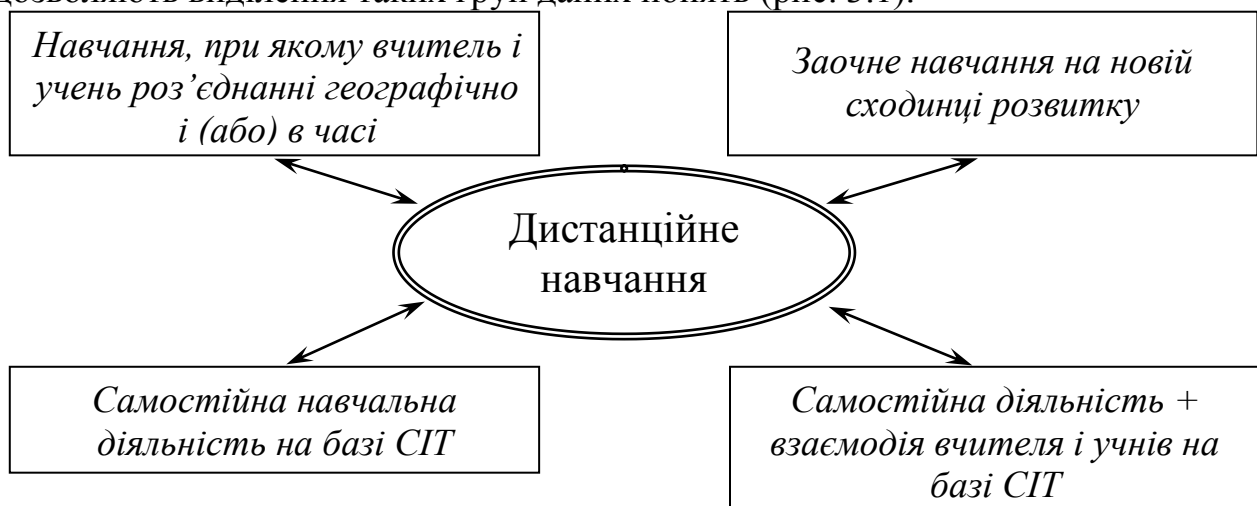


Рис. 3.1. Варіанти визначення поняття «дистанційне навчання»

Таким чином вважатимемо, що дистанційне навчання – форма навчання з використанням сучасних інформаційних технологій, які забезпечують діалогове спілкування педагога і учнів (учнів між собою) в процесі навчання та самостійну роботу з навчальними матеріалами.

У процесі ДН прослідковуються всі ознаки навчально-виховного процесу

(учитель, підручник, засоби навчання, що відповідають методам навчання й організаційних форм. Акцент же на самостійні види діяльності в даний час вважається пріоритетним не тільки при дистанційній, але й очній, заочній формі навчання.

Поділяємо погляд на те, що дистанційне навчання розглядають [9] як нову форму навчання і, відповідно, дистанційну освіту (як результат навчання) - як нову форму освіти в сучасних умовах.

Звідси випливає, що нова форма навчання не може бути цілком автономною, ізольованою від інших форм навчання, системою. Дистанційне навчання будується у відповідності з такими ж цілями, що й очне навчання (за умови, що воно будується відповідно до освітніх програм) і з тим же змістом. Однак форма подачі матеріалу, форма взаємодії вчителя і учня й учнів між собою будуть іншими. Відомі дидактичні принципи науковості, системності і систематичності, активності, розвивального навчання, наочності, диференціації й індивідуалізації навчання тощо лежать в основі організації дистанційного навчання. Однак реалізуються вони іншими способами, зумовленими специфікою нової форми навчання та можливостями інформаційного середовища Інтернет тощо. У зв'язку з цим з'являються спроби ввести поняття дистанційної педагогіки [10-13].

Якщо вести мову про дистанційне навчання як про нову форму навчання, логічно зробити висновок, що в цій системі крім учителя і учнів мають бути підручники, навчальні посібники, тобто засоби навчання як компонент цієї системи. Звідси постає потреба серйозного наукового підходу до розроблення спеціальних курсів (підручників) для системи дистанційного навчання. Зрозуміло, що в даному випадку в основному йдеться про електронні засоби навчання, в першу чергу мережеві.

Варто зауважити, що пропонується не заміна очного масового навчання дистанційним, а про можливість іншої форми навчання, яка може використовуватися в певних ситуаціях. Так може реалізуватись базовий, поглиблений, поглиблено-профільний рівень або додаткова освіта.

Для дистанційного навчання пропонуються інші засоби, методи і організаційні форми навчання та інші способи взаємодії вчителя і учнів, учнів між собою. Разом з тим, як і будь-яка форма навчання, вона має той же компонентний склад: цілі, обумовленні соціальним замовленням для всіх форм навчання; зміст, визначений діючими навчальними програмами для конкретного типу закладу освіти, методи, організаційні заходи, засоби навчання. Останні три компоненти в дистанційній формі навчання обумовлені специфікою технологічної основи, яка використовується (наприклад, тільки комп'ютерних телекомунікацій, комп'ютерних телекомунікацій в комплексі з друкованими засобами, компакт-дисками, так званою кейс-технологією тощо). Зрозуміло, якщо мову вести говорити про середню освіту, то будь-яка її форма повинна орієнтуватися на державні стандарти освіти. Водночас можливі варіанти виходу за рамки базової освіти, включаючи додаткову освіту.

Таким чином, з одного боку, дистанційне навчання варто розглядати в загальній системі освіти, причому неодмінно в системі неперервної освіти,

передбачаючи тим самим не просто певну систему, але спадковість окремих її ланок. З іншого боку, необхідно розрізняти дистанційне навчання як систему і як процес. Тобто, як і в інших формах навчання, необхідно передбачати і теоретично обґрунтовувати етапи педагогічного проектування навчальної діяльності, її змістової і педагогічної (у плані педагогічних технологій, методів, форм навчання) складових.

Розвиток дистанційного навчання в Україні є пріоритетним напрямком у освіті. Про це свідчить цілеспрямована державна політика щодо інформатизації суспільства та одночасне формування науково-методичної бази ДН.

Поняття «дистанційне навчання» з'явилося відносно недавно. Однак фахівці Національного центру статистики освіти США (NCES) [14, с.171-175] виділяють чотири покоління дистанційного навчання (табл. 3.1). Серед основних критеріїв, які диференціюють характеристики поколінь дистанційного навчання, виділяють такі:

- число індивідуумів, які одночасно можуть спілкуватись один з одним (одностороння, двостороння чи взаємозв'язок багатьох користувачів);
- кількість і тип інформації (голос, відео, дані), які можуть бути передані;
- швидкість передачі інформації.

Таблиця 3.1.

Покоління дистанційного навчання.

Параметри	Перше покоління з 1850 по 1960	Друге покоління з 1960 по 1985	Третє покоління з 1985 по 1995	Четверте покоління з 1995 по 2005
Особливість	Переважає одна технологія	Багаточислені технології. Без комп'ютерів	Багаточислені технології. Комп'ютери і комп'ютерна організація мережі	Багаточислені технології, включаючи початок високих комп'ютерних технологій
Засоби інформації	Друк (1890-і) Радіо (1930-і) Телебачення (1950 - 1960-і)	Аудіокасети. Телебачення. Відеокасети. Факс. Друк	Електронна пошта, розмова в мережі Інтернет, інформаційне табло, комп'ютери, комп'ютерні мережі. Комп'ютерні програми і інформаційні ресурси, на дисках, компакт-дисках. Мережа Інтернет. Аудіоконференції. Відеоконференції через супутниковий зв'язок. Телефон. Факс. Друк	Електронна пошта, розмова в мережі Інтернет. Інформаційне табло. Комп'ютери, комп'ютерні мережі. Комп'ютерні програми і ресурси. Архівована інформація на дисках, компакт-дисках. Мережа Інтернет. Аудіоконференції. Відеоконференції через супутниковий зв'язок. Телефон. Факс. Друк
Зв'язок	Переважно односторонній	Переважно односторонній	Односторонній. Одночасна подача	Двосторонній діалоговий в режимі

			звуку і зображення	реального часу
Особливості	Взаємодія між навчальним закладом і учнем з допомогою телефону і пошти дуже Зрідка	Взаємодія між навчальним закладом і учнем через телефон, факс, пошту дуже Зрідка. Плюс особисті зустрічі учнів і викладачів	Взаємодія між навчальним закладом і учнем відбувається через друк, комп'ютерні програми, відеоконференції. Використовується двосторонній діалоговий зв'язок, існує можливість асинхронного і синхронного зв'язку через мережу Інтернет між учнями і між викладачами з учнями	Асинхронний і синхронний зв'язок через мережу Інтернет між викладачами з учнями і між учнями. Цифрове відео. Інформаційні ресурси, доступні через Інтернет

В свою чергу поява нових поколінь засобів дистанційного навчання сприяє розвитку моделей дистанційного навчання (табл. 3.2) [15-16, 56]:

Таблиця 3.2.

Моделі дистанційного навчання.

Покоління	Назва моделі	Засоби, які використовуються
1 покоління	Кореспондентське навчання	Друковані матеріали і пошта
2 покоління	Мультимедійне навчання	Друковані матеріали Касети аудіо і відео Навчання, підтримане комп'ютером Інтерактивне відео
3 покоління	Теленавчання	Аудіо і відео конференції Відеографіка Радіо і телебачення
4 покоління	Еластичне навчання	Інтерактивні мультимедіа Середовище WWW Інтерактивне цифрове телебачення Комп'ютерний мультимедійний зв'язок

Першим проявом навчання на відстані було кореспондентське навчання. Університети Лондона (1836 р.), Чикаго (1892 р.) і Квінсленд (1911 р.) були першими навчальними закладами, які запровадили кореспондентське навчання у вищих навчальних закладах.

Лондонський університет, першим (1858 р.) дозволив складання іспитів на здобуття академічних знань без вимоги обов'язкового відвідування денних занять в одному з його коледжів (таких студентів називали «зовнішніми», що спричинило появу запозичених з англійської мови термінів «екстернат» і «екстерн»). Такий вид заочної освіти, як «екстернат», був попередником дистанційної форми навчання. Поступово з цими «зовнішніми студентами» налагодився поштовий зв'язок.

Наприкінці XIX ст. У США було зроблено першу спробу організації навчання на відстані: це сталося 1890 року в Чиказькому університеті, коли

було випробувано першу і найбільшу в Сполучених Штатах експериментальну програму навчання, в якій викладач і студент перебували в різних місцях. Ця програма називалася «Кореспонденційні студії». Сутність американських кореспонденційних курсів значною мірою нагадувала сучасне заочне навчання в Україні – студентові надсилався звичайною поштою пакет навчальних матеріалів, після виконання яких він повертав їх викладачеві для оцінювання [17].

Заочний Інститут Туссена і Лангенштейдта в Берліні, який засновано 1856 року, започаткував вивчення іноземних мов на відстані. Невдовзі чимало звичайних університетів, шведський інститут «Лібер Хермодс» (1898 р.), розширили свої можливості шляхом запровадження нетрадиційних на той час форм навчання – заочної і вечірньої для навчання непрацюючих осіб.

Першими у створенні системи навчальних закладів із викладанням за допомогою листування стали країни, де поєднувався високий рівень освіти, поштове обслуговування і невисока густота населення: США, Росія, Австралія, Швеція, Канада. Зразки організації навчання екстернів подавали в той час навчальні заклади Росії, кілька університетів США (Іллінойс, Чикаго, Вісконсин), Канади (Королівський університет), Швеції («Вільний інститут Хермодс»), контингент якого становив 150 000 студентів.

Засоби, які використовувались в дистанційному навчанні з середини 19-го до середини 20-го сторіччя (пошта, радіо, телебачення) можуть бути охарактеризовані як односторонній зв'язок. Ці перші загальні засоби ДН використовувались, щоб передати інформацію, перш за все, від навчального закладу до студента (учня). Даний спосіб не включав ніякої взаємодії між студентами і навчальним закладом. Відповідно, дистанційна дидактична система першого покоління відрізнялась самим низьким рівнем інтерактивності.

Засоби другого покоління почали з'являтися у 60 роках XX сторіччя і представляли суттєвий прогрес в порівнянні з засобами першого покоління. Поява відеомагнітофона і кабельного телебачення виступили як альтернатива радіопередачам, так як зміст курсів, доступних на відеозаписах, можна було пересилати студентам (учням), які переглядалися ними в будь-який зручний для них час. Однак в інших відношеннях, дистанційне навчання, яке використовувало засоби другого покоління мало чим відрізнялося від попереднього покоління. Воно мало тенденцію слабкої взаємодії серед студентів (учнів), між ними і навчальним закладом, що визначає такий же низький рівень інтерактивності дистанційної системи другого покоління.

До середини 80 років в дистанційному навчанні почали використовувати персональний комп'ютер, в подальшому з'явилася двостороння відеоконференція. Третє покоління засобів дистанційного навчання на відміну від попередніх поколінь надало можливість навчальним закладам передавати більший обсяг інформації студентам (учням) та здійснювати взаємне спілкування студентів, студентів і викладача шляхом використання електронної пошти, кімнат для дискусій і інформаційних табло. Електронні інформаційні ресурси містились на комп'ютерних дисках, CD-ROM або передавались через

Інтернет. Дистанційну систему третього покоління можна вважати системою з середнім рівнем інтерактивності, завдяки існуванню можливості здійснення інтерактивного контакту студентів і викладачів. Однак проте він використовувався лише на деяких етапах процесу навчання.

Четверте покоління засобів дистанційного навчання – це етап, який характеризується збільшенням швидкості і можливістю передачі великих обсягів інформації. Це стало можливим завдяки бурхливому розвитку інформаційних технологій, підвищенню швидкодії сучасних процесорів, покращенню каналів зв'язку тощо. Дистанційне навчання на цьому етапі використовує засоби усіх поколінь, а також двостороннє відео, мережу Інтернет з синхронним і асинхронним зв'язком, носії CD-ROM.

На початку 90-х минулого сторіччя навчальні заклади з характеристиками "відкриті" або "дистанційні" почали організовуватися в країнах СНД, в Україні зокрема. Так, першими хто почав надавати послуги дистанційного навчання була Європейська школа кореспондентського навчання ЄШКО. На даний час серед державних і недержавних освітніх закладів України, які займаються розробкою та впровадженням технологій ДН, можна виділити такі:

- Міжнародний науково-навчальний Центр ЮНЕСКО /МШ Інформаційних Технологій та Систем НАН України та Міносвіти України [18],
- Українська система дистанційного навчання у Львові [19],
- Український центр дистанційної освіти [20],
- Проблемна лабораторія дистанційного навчання Національного технічного університету «ХНІ» [21],
- Міжнародна академія управління персоналом [22] тощо.

Таким чином система дистанційного навчання пройшла низку етапів свого розвитку: з появою нових засобів впроваджувались і модернізувались методи і форми взаємодії як студентів (учнів) із викладачами так власне і між собою; разом з тим змінювались і засоби передачі навчально-методичних матеріалів від паперових, при кореспондентському, до цифрових, при сучасному дистанційному навчанні.

Проведений аналіз розвитку дистанційного навчання свідчить, що орієнтація освіти на розвиток особистості та інтелекту змінює педагогічну парадигму книжково-фронтального навчання від форми «учитель – підручник – учень» (підтримуюче навчання) на індивідуально-варіативну «учень – підручник – учитель» із пріоритетом самостійного опрацювання матеріалу, який вивчається (інноваційне навчання). Традиційні педагогічні методи перебувають у конфлікті з когнітивним потенціалом сучасних інформаційних технологій (СІТ) і обсягом інформації, що зростає й швидко старіє [23].

Варто наголосити, що перехід до системи середньої освіти, яка орієнтована на учня, має важливе значення. У центрі уваги такої системи освіти перебуває *учень*, а роль вчителя полягає в тому, щоб допомогти учневі орієнтуватися в значній за обсягом інформації та опрацьовувати її, навчитися приймати рішення, аналізувати й синтезувати ідеї. Як бачимо, вчитель дедалі більше виконує роль наставника. Для цього слід максимально використовувати

можливості нових комп'ютерних технологій, зокрема дистанційних.

Проблема організації навчального процесу в дистанційній формі надзвичайно актуальна. Це зумовлено декількома причинами.

Перш за все, за наполегливе небажання переважної більшості організаторів навчання в дистанційній формі визнати той факт, що мова йде не лише про використання інформаційних технологій для засвоєння тих або інших знань, але й про організацію сучасного навчального процесу, тобто про взаємодію викладача і студентів, вчителя і учнів, учнів між собою, які розділені відстанню, для досягнення конкретних цілей навчання.

Причому, важливо мати на увазі, що йдеться не про самоосвіту, яку часто також ототожнюють з дистанційним навчанням, за умови що курс розміщений в мережах або на CD. Розглядається саме навчальний процес, де роль вчителя, викладача, зазвичай, дещо інша, ніж в очній формі, однак, не менш важлива. Що стосується цілей навчання, то в епоху інформаційного суспільства вони достатньо кардинально змінилися порівняно з епохою індустріального суспільства. На перше місце виходять не просто знання, а уміння застосовувати ці знання для розв'язання різноманітних життєвих, професійних проблем. Якість освіти в сучасних умовах пов'язують з поняттям конкурентоспроможності фахівця, його компетентністю, що в першу чергу передбачає уміння працювати з інформацією, ухвалювати самостійні обґрунтовані рішення.

Актуальність даного питання пояснюється також неготовністю великої частини викладацького складу ВНЗ і вчителів шкіл до осмислення і оволодіння сучасними педагогічними і інформаційними технологіями з метою організації навчального процесу в дистанційній формі. Той факт, що в законі про освіту [24] дистанційна освіта прирівняна до деяких дистанційних технологій, дає цілком законну підставу для освітніх установ не задумуватися над етапом проектування навчального процесу, методичного і технологічного його забезпечення, підготовки педагогічних кадрів, обмежуючись відцифровуванням готових традиційних лекцій і введення автоматизованої системи тестування.

Зрозумілим є той факт, що використання лише сучасних педагогічних технологій з урахуванням специфіки дистанційної форми навчання, не гарантує успіху. Адже навчальний процес – це система, яка включає як компоненти: мету, зміст, методи, організаційні форми, засоби навчання, спільну діяльність учителя й учнів. Якщо *під педагогічними технологіями розуміють цілеспрямований, послідовний опис діяльності вчителя і учнів для досягнення поставлених дидактичних цілей* [25], це означає, що слід вести мову про методи, організаційні форми, засоби навчання. Однак, це лише компоненти системи, але не цілісна система. Разом з цим, навчальний процес, у свою чергу, являється реалізацією теоретичної моделі навчання і виховання, яка розробляється на етапі проектування методичного забезпечення.

В концепції розвитку дистанційної освіти в Україні [26, с.2] дистанційне навчання розглядають як форму навчання, рівноцінну з очною, вечірньою, заочною та екстернатом, що реалізується, в основному, за технологіями дистанційного навчання.

В свою чергу технології дистанційного навчання складаються з педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання.

Педагогічні технології дистанційного навчання - це технології опосередкованого активного спілкування викладачів зі студентами з використанням телекомунікаційного зв'язку та методології індивідуальної роботи студентів з структурованим навчальним матеріалом, представленим у електронному вигляді.

Інформаційні технології дистанційного навчання - це технології створення, передачі і збереження навчальних матеріалів, організації і супроводу навчального процесу дистанційного навчання за допомогою телекомунікаційного зв'язку.



Рис. 3.2. Орієнтовна класифікація педагогічних технологій дистанційного навчання

Вибір для ДН будь-якої технології зумовлюється низкою обставин, найважливішими з яких є можливості навчального закладу та готовність до навчання потенційних користувачів (стартовий рівень, наявність технічних можливостей тощо).

Зупинимось на проблемі використання педагогічних технологій дистанційного навчання, оскільки їй, на наш погляд, відводиться недостатньо уваги. Орієнтовна класифікація педагогічних технологій ДН за різними ознаками наведена на рис. 3.2 [27]. Ця класифікація певним чином умовна і не претендує на повноту, проте корисна з точки зору з'ясування сутності проблеми.

За видами педагогічні технології дистанційного навчання [28-31] виділяють такі:

– кейс-технології, коли навчально-методичні матеріали комплектуються в

спеціальний набір (кейс - від англійського слова case) і передаються (пересилаються) учневі для самостійного вивчення (з періодичними консультаціями);

– TV-технології, які базуються на використанні телевізійних лекцій із консультаціями у тьюторів;

– мережеві технології, які базуються на використанні мережі, для забезпечення учнів навчально-методичними матеріалами та інтерактивної взаємодії викладача і учня, учнів між собою.

Розглянемо детальніше кожен з них та обговоримо їх переваги та недоліки.

Кейс-технології ДН

Англійське слово „case” перекладають як „набір” або як „конкретна ситуація”. Як відомо, за кордоном у навчальному процесі використовуються десятки тисяч конкретних практичних ситуацій.

В системі дистанційного навчання після вступних випробувань учень отримує набір (кейс, комплект) навчальних матеріалів.

На настановчому занятті тьютор пояснює, як працювати з навчально-методичними посібниками, на що звертати увагу при вивченні фізики, проводить інструктаж з організації самостійної роботи, розкладу чи графіка занять та ін. В подальшому періодично проводиться консультування та перевірка тестів. Контролююча самостійна робота складає основу навчального процесу. Завершується вивчення навчального предмета підсумковим заняттям, на якому обговорюються найбільш складні питання і складається іспит. Іспити проходять, як правило, очно, відповіді даються у письмовій формі.

Основу комплексу засобів навчання складають друковані навчальні посібники, які можуть доповнюватися аудіо- і відеоматеріалами, комп'ютерними програмами на компакт-дисках (КД) або інших носіях.

Спосіб, в якому КД використовується як базовий електронний підручник, дає великі дидактичні можливості для шкільної освіти. КД інтерактивний, мультимедійний, вміщує великий обсяг інформації і сприяє оптимізації процесу навчання.

При застосуванні кейс-технологій можуть ефективно використовуватися наступні засоби навчання:

- програмне вивчення фізики з методичними вказівками щодо виконання контрольних, випускних робіт;
- друковані основні підручники і навчальні посібники;
- спеціальні друковані навчально-практичні посібники з тестами для самоконтролю і контролю;
- оглядові (настановчі) аудіо- чи відеолекції у супроводі демонстраційного експерименту, який представлений за допомогою відеозйомок, або шляхом комп'ютерного моделювання;
- лабораторні роботи та практикуми;
- практикуми з розв'язування фізичних задач;

Вивчення показало, що метод конкретних практичних ситуацій (кейсів)

відіграє важливу роль у технології дистанційного навчання.

В умовах ДН, коли контакт учня з викладачем в часі досить обмежений. Цей факт слід враховувати під час розроблення комп'ютерних засобів навчання. Підкреслимо ще дві характерні особливості комп'ютерних засобів ДН: *активне використання мультимедіа і гіпертексту*. Ці особливості базуються на відомих педагогічних концепціях ДН.

Для того, щоб навчання на основі дистанційної технології не втрачало своєї привабливості, необхідно підвищувати емоційну віддачу учня. Інакше кажучи, робота учня на комп'ютері повинна бути емоційно забарвлена. Цьому сприяє використання мультимедіа, тобто комплексний виклад інформації у вигляді графіків, зображення, анімації, відеосюжетів із можливим звуковим супроводом. Відомо, що подібні мультимедійні елементи сприяють кращому сприйняттю та запам'ятовуванню матеріалу.

Гіпертекстова структура передбачає:

- конспективне викладання матеріалу;
- вільне переміщення по тексті (немає необхідності читати текст в цілому з'являється можливість коректування навчального процесу відповідно до різних рівнів підготовки даної дисципліни);

- використання посилань, які полегшують організацію зворотних зв'язків. Наприклад, при неправильних відповідях учня в процесі розгляду типових прикладів чи самоконтролю він може звернутися до необхідного теоретичного матеріалу тощо.

Використання поданого великого набору різних засобів ДН зумовлене тим, що навчання з використанням дистанційних технологій передбачає поряд із вивченням теоретичних питань виконання лабораторних, практичних і контрольних робіт.

Основною перевагою кейс-технологій є їх широке поширення. Існує безліч навчальних підручників, методичних рекомендацій щодо їх опанування, широкий спектр навчальних програм на компакт-дисках виробництва Росії та України.

Недоліком є їх низька комунікаційна інтерактивність. Взаємодія учня з викладачем може відбуватися лише при їх безпосередньому контакті.

TV-технології.

Для доставки до учня навчальної інформації можуть використовуватися телебачення, радіо, радіотрансляційні місцеві мережі. Так у радянські часи по телебаченню транслювалась велика кількість навчальних програм з різних предметів.

Типова організація ДН при такій моделі включає такі етапи:

- лекційна форма навчання по радіо або телебаченню;
- самостійна підготовка по навчальних посібниках і додатковій літературі у відповідності із затвердженою програмою, а також консультації із запропонованого навчального курсу;
- написання контрольних робіт;
- моніторинг навчального процесу; який полягає в оцінюванні письмових

робіт і тестуванні;

- підсумковий контроль.

Дистанційні технології навчання передбачають, як правило, індивідуальний графік навчального процесу для кожного учня. Допускається груповий графік, особливо при використанні таких засобів синхронного дистанційного навчання, як супутникове телебачення, аудіо- і відеотелеконференцзв'язок.

Основним недоліком даної технології, як і кейс-технологій, є низький ступінь інтерактивності. Безпосередній зв'язок учителя з учнями може відбуватися шляхом телефонного зв'язку, відеоконференцій тощо. Слід зауважити, що всі види атестації, а також державну підсумкову атестацію необхідно проводити „обличчям до обличчя”, так як при використанні дистанційних технологій, не зважаючи на вживані заходи, є ймовірність фальсифікації.

Перевага даної технології в можливості залучення до навчання великої кількості учнів. Навчання, побудоване на інтерактивному телебаченні, дає змогу безпосереднього візуального контакту з аудиторією, яка перебуває в межах просторового віддалення від викладача.

Мережеві технології дистанційного навчання.

Дана модель базується на використанні мережі Internet. Бажаючий навчатися оформляє і відправляє у центр дистанційного навчання необхідні документи, представлені в електронному вигляді. Після проходження формальних оформлення і оплати вартості курсу учень отримує пароль для санкціонованого доступу до навчальної інформації та прізвище тьютора (викладача) для індивідуальних консультацій і складання поточних тестів. Спілкування з викладачем здійснюється за допомогою електронної пошти, теле- або відеоконференцзв'язку. Іспити відбуваються в очній формі або з використанням відеоконференцзв'язку.

Ефективне навчання з використанням мережевих технологій можливе при автоматизації діловодства, яке включає реєстрацію і облік. У кінці 1998 року у світі нараховувалося 10 000 курсів, вивчення яких можна здійснювати у мережевому режимі. Як свідчить аналіз вітчизняних та зарубіжних серверів, відмінність схем навчання відрізняється тільки ступенем інтерактивності спілкування учнів між собою і з викладачем. Воно реалізується засобами електронної пошти, телеконференцій, відеоконференцзв'язку та їх комбінування. Поряд з цим, представлення навчального матеріалу може варіюватись за рівнем складності: від простого гіпертексту до гіпермедіа.

Основними джерелами знань є інформаційні ресурси мережі - як спеціально підготовлені (під конкретний курс дистанційного навчання) і розташовані на інформаційних серверах за допомогою доступного виду мережевої технології, так і вже існуючі у базовій телекомунікаційній мережі або зв'язаних з нею мережах системи Інтернет (наприклад, бази даних, інформаційні системи тощо). Телекомунікації також забезпечують (залежно від дидактичних якостей конкретного виду телекомунікаційного зв'язку):

- а) доставку учням навчального матеріалу, для вивчення, або роботу учня з

навчальним матеріалом, який розміщений на сервері;

б) інтерактивну взаємодію викладача (викладачів) і учня (учнів) під час навчання;

в) надання учням можливості самостійної роботи з різноманітними інформаційними джерелами мережі;

г) можливості працювати у групі;

д) оцінювання знань і умінь, отриманих у процесі навчання.

Функції викладача зводяться до відстеження відповідності процесу навчання поставленим завданням, консультуванню учнів з проблемних питань, організації і проведенню дискусій з важливих питань теорії і практики, а також здійсненню контролю рівня засвоєння навчального матеріалу.

Інший спосіб організації дистанційного навчання пов'язаний з використанням комп'ютерних телекомунікацій в режимі електронної пошти, телеконференцій, інших інформаційних ресурсів регіональних мереж, а також мережі Інтернет. Це найбільш поширений і відносно не дуже дорогий спосіб дистанційного навчання надає значні можливості. При такій організації передбачається застосування нових засобів телекомунікаційних технологій, в тому числі мультимедійних, всіх інформаційних ресурсів Інтернет, включаючи відео- та аудіоконференції.

Переваги засобів телекомунікації для дистанційного навчання очевидні. Вони використовуються для забезпечення навчальних процесів необхідними навчальними і методичними матеріалами, зворотнім зв'язком між викладачем і студентом, виходом у міжнародні інформаційні мережі, а також для підключення до дистанційного навчання зарубіжних користувачів. Це дає змогу передавати на значні відстані різноманітну інформацію, зберігати її у електронному вигляді, редагувати, друкувати тощо; забезпечувати доступ до різних джерел інформації, численних конференцій в усьому світі через систему Інтернет; брати участь в об'єднаних телекомунікаційних проектах.

Учні мають змогу перенести необхідні матеріали на власний носій, надрукувати їх і працювати з ними у зручному режимі: таким чином складаються принципово нові можливості роботи з інформацією.

До переваг мережевих технологій слід віднести високий ступінь інтерактивності та якісну передачу зображень. Основним недоліком є їхня висока вартість.

ДН передбачає обґрунтоване та органічне поєднання елементів різних технологій в єдине ціле. Застосування у навчанні змішаних технологій можна розглядати як етап переходу від технологій нижчого порядку до вищого. Поступово насичуючи «кейс»-технології елементами мережених забезпечується її розвиток, кінцевою метою якого є повний перехід до мережених технологій. Очевидним є те, що розглянуті вище технології необхідно застосовувати комплексно.

Відбір педагогічних технологій в системі навчання завжди обумовлений використовуваною концепцією навчання. В даний час в світовій практиці пріоритет надається гуманістичній педагогіці, особистісно-орієнтованому підходу, конструктивізму, оскільки гуманістична педагогіка, основні принципи,

що її відображають та підходи і теорії найадекватніше відповідають вимогам, які ставляться до систем освіти сучасним суспільством.

Як основні підходи для ефективного вибору та використання технології в навчальному процесі виділяють наступні:

- у навчальному процесі важлива не інформаційна технологія сама по собі, а те, наскільки її використання слугує досягненню власне освітніх цілей;

- більш вартісні та найбільш сучасні технології не обов'язково забезпечують найкращий освітній результат. Навпаки, часто найбільш ефективними виявляються достатньо звичні та менш вартісні технології;

- результат навчання істотно залежить не від типу комунікаційних та інформаційних технологій, а від якості розробки та представлення навчальних курсів;

- у виборі технологій необхідно врахувати найбільшу відповідність деяких технологій характерним рисам учнів, а також, специфічним особливостям конкретних предметних областей та переважним типам навчальних завдань та вправ;

- найбільш ефективним у доборі технологій є мультимедіа підхід, при якому необхідно прямувати до взаємодоповнення та взаємопоєднання різноманітних технологій, синергетичного ефекту їх взаємодії.

В кожній формі навчання вказані раніше технології реалізуються по-різному, залежно від технічних засобів, які використовуються, інформаційних і комунікаційних технологій тощо.

Мотиви щодо використання саме таких педагогічних технологій зрозумілі. По-перше вони відображають принцип проблемної спрямованості навчання – головний принцип гуманістичної педагогіки. По-друге, такі технології забезпечують формування творчого підходу до здобуття знань, а не лише накопичення певної суми знань та умінь застосування знань в практичній діяльності. Перебуваючи на позиції, що знання є важливою і необхідною умовою будь-якої системи навчання, слід віддати належне розвитку здатності учня поповнювати свої знання протягом усього життя та умінь використовувати їх для розв'язання конкретних життєвих чи професійних завдань.

Отже, організація навчального процесу в дистанційній формі – такий же складний процес, як і в очній, але організований на основі інтерактивних, інформаційних і комунікаційних технологій.

Ефективність дистанційного навчання залежить від взаємодії вчителя і учня (хоча вони й розділені відстанню), педагогічних технологій, які використовуються, ступеня розробки методичних матеріалів і шляхів їх доставки, ефективності зворотного зв'язку.

Технології дистанційного навчання можуть використовуватись не тільки в дистанційній освіті, а й в інших формах навчання, очній, заочній, екстернаті; крім того - в окремих дисциплінах або блоках дисциплін, що призначені для підвищення освітнього рівня чи кваліфікації окремих осіб та (або) груп слухачів.

Проведений нами аналіз наукової літератури показує, що сучасні дидактичні принципи зумовлюють вимоги до всіх компонентів навчального процесу – цільового, стимуляційно-мотиваційного, змістового, операційно-діяльнісного, контрольно-регульовального й оцінно-результативного. Вони виступають в органічній єдності, утворюючи певну структуру основних положень організації навчального процесу. В аспекті нашого дослідження розглянемо особливості специфіки дистанційного навчання щодо застосування дидактичних принципів.

На думку Хуторського А.В. [32] після доповнення новими умовами і критеріями нового навчального середовища традиційні дидактичні принципи навчання трансформуються у дидактичні принципи дистанційної освіти (табл. 3.3). Прояв принципів навчання у логіці розвитку складових цілісного процесу робить їх перелік не тільки послідовним, але й відносно цілісним.

За твердженням А. В. Хуторського, *принцип спрямованості* навчання у ДН перетворюється на *принцип креативного характеру пізнавальної діяльності* при розв'язанні завдань освіти та саморозвитку. Креативний характер ДН може бути реалізований за допомогою форм дистанційної творчості [33].

Таблиця 3.3

Принципи традиційного навчання	Принципи дистанційного навчання
Цілеспрямованість	Креативний характер пізнавальної діяльності при розв'язанні завдань освіти і саморозвитку
Науковість	Відповідність фундаментальності освіти пізнавальним потребам учня. Вільний вибір здобутої інформації завдяки певній діяльності
Систематичність і послідовність	Індивідуальна траєкторія навчання учнів та студентів згідно з обраною системою викладання інформації
Доступність	Урахування індивідуальних особливостей студента при розробці дистанційних курсів
Наочність	Віртуалізація та системна структуризація освіти
Міцність та циклічність	Пріоритет діяльнісних та понятійних критеріїв оцінки результатів ДН перед інформацією. Створення учнями у дистанційній освіті особистої освітньої продукції з навчальних предметів
Інтерактивність	Інтерактивність у спілкуванні з інформацією

У контексті сказаного зазначимо, що *принцип науковості* навчання, який базується на закономірному зв'язку між змістом науки і навчальною дисципліною, перетворюється у ДН на *принцип відповідності фундаментальності освіти* пізнавальним потребам студента і дозволяє використовувати різноманітні методи дистанційної творчості конструювання знань (участь у дискусіях, телеконференціях, робота з пошуковими програмами [34].

Принцип систематичності і послідовності у ДН зберігається, але набуває нових ознак і має назву *принцип індивідуальної освітньої траєкторії учні (студентів) згідно з обраною системою викладання інформації*. Для підсилення активної ролі учня передбачено систему вибору ним подальших дій на всіх рівнях навчального процесу [35].

Принцип доступності у ДН є принципом урахування індивідуальних особливостей студента при розробленні дистанційного курсу. Цей принцип передбачає розроблення модулів, які заздалегідь розраховані на індивідуальні особливості особистості, а також враховують рівень базової підготовки і готовність навчатися дистанційно.

Принцип наочності у ДН є принципом віртуалізації та системної структуризації освіти, де активно задіяні різноманітна символіка, відеофільми, комп'ютерні навчальні програми, інтерактивні методики дистанційного навчання. Упровадження мультимедійних курсів дозволяє об'єктивніше оцінювати якість засвоєння навчального матеріалу.

Принцип міцності, усвідомлення та дієвості результатів освіти переходить у принцип пріоритету діяльнісних і понятійних критеріїв оцінки результатів дистанційного навчання перед інформацією, що характерно для діяльнісного підходу.

Узагальнюючи більшість теоретичних та практичних робіт з цієї проблеми, виокремлено принцип, характерний як для традиційного, так і для дистанційного навчання, – *це принцип інтерактивності у спілкуванні з інформацією*. Так, за А.В. Хуторським, *принцип інтерактивності* змінюється на *принцип інтерактивності у спілкуванні з інформацією*, де інформаційні технології на основі інтерактивності надають викладачеві можливість контролювати і коригувати навчальну діяльність за допомогою електронних телекомунікацій. Цей принцип розкриває провідну вимогу дидактики дистанційної освіти, де студент повинен реально відчувати протягом усього періоду вивчення дисципліни присутність викладача.

Виходячи з вище наведеного, можна зробити висновок, що вище згадані принципи у системі ДН постійно розвиваються, доповнюються, удосконалюються і спрямовані на всебічний розвиток особистості, особистісну креативну орієнтацію, на творчі можливості фахівців, що вимагають творчого мислення.

В той же час з урахуванням специфіки ДН при його проектуванні доцільно використовувати і властиві йому принципи, до яких, на нашу думку, належать такі:

1. Принцип гуманізації та гуманітаризації навчання

Цей принцип є визначальним у системі безперервного інтенсивного навчання і посилюється щодо дистанційного навчання. Його сутність полягає у спрямованості навчання та освітнього процесу в цілому до людини; у створенні максимально сприятливих умов для оволодіння студентами соціальне нагромадженого досвіду, що включений до змісту навчання; засвоєнні обраної професії для розвитку і прояву творчої індивідуальності, високих громадянських, моральних, інтелектуальних якостей, що забезпечували б їм соціальну захищеність, безпечне та комфортне існування. [36, 37]

2. Принцип пріоритетності психолого-педагогічних, соціальних та санітарно-гігієнічних підходів до всіх аспектів ДН.

Практично даний принцип свідчить, що застосовані в ДН інформаційні, телекомунікаційні та інші технології повинні відповідати дидактичним моделям

навчання, враховувати психологію соціальної особистості та гарантувати відсутність шкоди її здоров'ю. Проектування дистанційного навчання необхідно починати з розробки теоретичних концепцій, створення дидактичних моделей тих явищ, що планується реалізувати. Досвід комп'ютеризації дозволяє стверджувати, що коли пріоритетним є педагогічний аспект, система виходить більш ефективною [36, 37].

3. Принцип підготовленості особистості до ДН (стартового рівня).

Для ефективного ДН необхідні не тільки відповідні технології та засоби їх забезпечення, але й особистість з достатньою сильною мотивацією до навчання, що володіє певним обсягом та рівнем знань, вмінь та навичок. Останнє, в першу чергу, стосується вмінь та навичок до самостійної роботи, володіння комп'ютерною та оргтехнікою, засобами зв'язку тощо [37, 38].

4. Принцип модульного підходу для добору та конструювання змісту ДН, його програмно-методичного забезпечення та організації навчального процесу. Обґрунтованість застосування даного принципу в ДН виходить з низки положень концепцій навчання, теорії модульного навчання тощо [37, 39].

5. Принцип мобільності навчання (формування інформаційного середовища).

Цей принцип припускає, що в середовищі дистанційного навчання учень має реальну свободу вибору засобів одержання інформації. Тут можливий самий широкий спектр засобів. На одному полюсі цього спектра знаходиться пояснювально-ілюстративний засіб із поступовим збільшенням глибини і складності досліджуваного матеріалу, а на іншому - дослідницький засіб вивчення інформації, коли навчання припускає довизначення і «відкриття» відсутньої інформації самим учнем [37, 38].

6. Принцип активного зворотного зв'язку.

Технологія ДН повинна передбачати наявність спілкування поміж викладачем і СН, а також поміж різними СН. Контакти поміж суб'єктами першої групи здійснюються як за ініціативою викладача (за планом, графіком), так і самого СН (за умови необхідності). Важливо, щоб зворотний зв'язок був змістовним, регулярним, оперативним та якісним (технологічно). Способи реалізації контактів можуть бути різними: особисті зустрічі, використання каналів зв'язку (звичайна та електронна пошти, телефон, факс тощо), зустрічі в Інтернет та ін. [37]

7. Принцип добору змісту освіти

Даний принцип засвідчує, що в середовищі дистанційної освіти може знаходитися не будь-який бажаючий, тому що дистанційне навчання ставить певні вимоги до психологічних особливостей особистості учня. Серед цих особливостей найбільше істотними, на наш погляд, є такі: висока стійка мотивація до одержання освіти; достатньо чітке уявлення в учня бажаного результату навчання; сформована відповідальність за те відношення, яке учень виявляє при оволодінні знаннями, отриманими за допомогою системи дистанційної освіти. Водночас цей принцип підкреслює велику роль і участь учня у доборі інформації, що відповідає змісту освіти, встановленню термінів її одержання і поповнення [37, 38]

8. Принцип педагогічної доцільності застосування інформаційних технологій

Він вимагає педагогічного оцінювання ефективності кожного кроку проектування та створення дистанційного навчання. Тому на перший план необхідно ставити не впровадження техніки, а відповідне змістовне наповнення навчальних курсів і освітніх послуг [37, 39].

9. Принцип неантагоністичності дистанційного навчання існуючим формам освіти

Проектоване дистанційне навчання зможе дати необхідний соціальний та економічний ефект за умови, якщо створювані та впроваджувані інформаційні технології стануть не чужорідним елементом у традиційній системі освіти, а будуть природно інтегровані в неї [38].

10. Принцип відповідності технологій до навчання

Технології навчання повинні бути адекватними до моделей дистанційного навчання. У процесі становлення дистанційного навчання поряд із традиційними з'являються нові моделі, що за необхідності повинні бути включені до нього. Прикладом таких нових моделей стануть об'єктно-інформаційні або проектно-інформаційні моделі. Як організаційні форми навчання в цих моделях будуть використовуватися комп'ютерні конференції, телеконференції, телеконсультації, проектні роботи та ін. [37, 39].

11. Принцип забезпечення захисту інформації.

Необхідно передбачати організаційні й технічні засоби безпечного та конфіденційного зберігання, передачі і використання потрібних відомостей, створення умов їх безпеки при зберіганні, передачі й використанні. [37, 39].

12. Принцип оптимізації навчання.

Цей принцип вимагає усвідомленого вибору такого варіанта навчального процесу, який у даних умовах забезпечує максимально можливу ефективність вирішення завдань освіти, виховання і розвитку учнів при раціональних затратах часу та зусиль викладачів [40].

Виділяють [41] *такі чинники* оптимізації, що сприяють поліпшенню процесу дистанційного навчання: наступність і поетапність застосування методів та технологій навчання; формування знань та відповідних умінь і навичок; варіативність форм, методів і технологій навчання за умови їх цілісного компонування; якість сформованих знань, умінь, навичок та відповідність їх цілям навчання. Оптимізація дистанційного навчання має низку якісних характеристик, а саме: комплексне розв'язання завдань організації навчально-пізнавальної діяльності та особистісного розвитку студента; досягнення реально можливого рівня успішності; дотримання співвідношення витрат часу та доцільної інтенсивності протягом навчального заняття; трансформація студентом зовнішніх стимулів у власні установки діяльності, мотиви поведінки і здійснення соціально значимих видів діяльності.

Отже, дистанційна навчання базується на принципах відкритого навчання, широко використовує комп'ютерні навчальні програми різного призначення та сучасні телекомунікації з метою отримання навчального матеріалу та спілкування.

Слід зазначити, що не можна говорити про непохитність та неможливість зміни структури принципів, вони мають постійно розвиватися і націлюватися на всебічний розвиток особистості у системі ДН.

Будь-яка нова форма навчання, у тому числі і дистанційна, потребує створення психологічної бази, без якої неможливо говорити про якість навчального процесу. У роботі [41] виділяють ряд *психологічних принципів*, які впливають на якість дистанційного навчання:

1. Ретельне і детальне планування навчальної діяльності, її організація, чітка постановка цілей і задач навчання.

Успіх навчальної діяльності в значній мірі визначається чіткою постановкою цілі кожного курсу і його задач. Це необхідно для того, щоб учень ясно розумів призначення запропонованих курсів і міг із ними свої пізнавальні потреби і можливості. Ступінь цієї відповідності і визначає рівень мотивації пізнавальної діяльності, що є спонукальним джерелом творчої активності учнів.

Варто сказати, що ефективність навчальної діяльності багато в чому залежить від змісту навчального матеріалу, оскільки він детермінує структуру і рівень пізнавальних інтересів - загальних або спеціальних - в залежності від етапу навчання. Для її забезпечення необхідно активізувати минулий досвід учнів і допомогти їм зв'язати його з новим матеріалом, спрямовувати їх, ставлячи перед ними нові задачі.

2. Розроблення таких навчально-методичних матеріалів, які базуються на психологічних закономірностях сприйняття, пам'яті, мислення, уваги, а також вікових особливостей учнів.

Ця необхідність обумовлена тим, що пізнавальні процеси безпосередньо впливають на засвоєння навчального матеріалу. Тому виділяють низку незалежних від особистості особливостей, які варто враховувати при розробці навчально-методичних матеріалів:

- органи чуттів людини обмежені у своїй здатності реагувати на інформаційні сигнали, внаслідок чого можуть вловлювати лише дозовану кількість повідомлень із навколишнього середовища, причому якщо повідомлень надається багато - мозок починає відчувати інформаційне перевантаження;

- людина сприймає світ залежно від того, що вона очікує сприйняти, але якщо її очікування не виправдалися, то вона намагається знайти цьому яке-небудь пояснення, а тому її свідомість найбільшу увагу приділяє новому і несподіваному;

- існує «ефект психічного перенасичення», який полягає в тому, що людина не спроможна без варіації виконувати одноманітні завдання протягом навіть короткого часу.

Врахування цих особливостей сприяє підвищенню рівня сприйняття інформації і засвоєнню навчального матеріалу.

3. Наявність такого зворотного зв'язку між учнем і викладачем, який забезпечує учневі психологічний комфорт у процесі навчання.

Зміст механізму зворотного зв'язку полягає в тому, що в міжособистісному спілкуванні процес обміну інформацією ніби подвоюється, і, крім змістовного

аспекту, несе в собі відомості про те, як реципієнт сприймає й оцінює поведження комунікатора. Насамперед, зворотний зв'язок - це інформація, що містить реакцію реципієнта на поведження комунікатора.

Адекватність сприйняття інформації залежить від декількох причин, найважливішою з яких є наявність або відсутність у процесі діалогу комунікативних бар'єрів. У самому широкому змісті комунікативний бар'єр - це психологічна перешкода на шляху адекватної передачі інформації між партнерами по спілкуванню. У випадку виникнення бар'єра інформація спотворюється або втрачає споконвічний зміст.

Існують різноманітні бар'єри:

- семантичний бар'єр, пов'язаний із розходженнями системи значень які використовують учасники спілкування;
- стилістичний бар'єр, що виникає при невідповідності стилю промови комунікатора і стилю мови або актуального психологічного стану реципієнта;
- логічний бар'єр, який виникає в тих випадках, коли логіка міркування, запропонована комунікатором, або занадто складна, або здається зрадливою, суперечить властивій йому манері говорити.

Разом з тим від психологічних нахилів реципієнта залежить, чи сприйме він запропоновану йому систему доказів, чи вважатиме їх непереконливими, тому для комунікатора вибір адекватної в даний момент системи доказів завжди є відкритою проблемою.

Комунікативний бар'єр може стати і як бар'єр відношень. Це чисто психологічний феномен, що виникає в процесі спілкування комунікатора і реципієнта, що коли з'явилося почуття ворожості, недовіри до комунікатора поширюється і на саму передану ним інформацію.

Потрібно мати на увазі, що будь-яка інформація, що надходить до реципієнта, несе в собі той або інший елемент впливу на його поведження, думки, установки, бажання з метою їх часткової або повної зміни. В окремих випадках комунікативний бар'єр виступає психологічним захистом від чужорідного психічного впливу, проведеного в процесі обміну інформацією між учасниками спілкування.

Таким чином, особистісні характеристики викладачів в умовах ДН набувають особливого значення при створенні умов психологічного комфорту.

Психіка людини діалогічна за своєю природою. Непряме, опосередковане спілкування з викладачем у середовищі дистанційної освіти послаблює безпосередній інтерактивний аспект навчального процесу. Для його посилення потрібні спеціальні психолого-педагогічні міри. З одного боку сторони тут можуть бути подані методичні прийоми надання навчальних завдань на одно- або багатокритеріальний вибір із двох або декількох альтернатив, «включний» внутрішній діалог учня із самим собою, до широкомасштабних аудіо- і телеконференцій, пов'язаних з активними методами навчання з іншої сторони.

4. Здатність учня самотійно працювати з інформацією.

У ДН домінуючою формою роботи є самотійна робота студентів, учнів. В умовах застосування комп'ютера вона забезпечує індивідуалізацію навчання, сприяє формуванню самотійності в процесі прийняття рішень.

Виділяють декілька рівнів готовності учня до самостійної роботи:

- високий рівень, коли переважає пізнавальний, професійний мотив;
- проміжний, коли виявляється широке коло різнорідних мотивів, актуалізований постановкою різноманітних проблем;
- низький, коли переважають зовнішні спонукування, наприклад, необхідність здачі заліку, іспиту.

При ДН організація самостійної роботи і управління нею відбуваються опосередковано через інформацію, адже в цьому випадку учні не тільки самостійно виконують завдання, але й відпрацьовують весь необхідний теоретичний матеріал. Варто визначити основні психологічні проблеми, пов'язані з підготовкою особистості до самостійної роботи у процесі ДН і дати деякі рекомендації з попередження психологічних бар'єрів та своєчасної інтерпретації та адаптації складної інформації.

Самостійна робота на всіх її етапах, особливо на початку, вимагає значних зусиль, розумової напруги, посидючості. Для деяких студентів примусити себе взятися до роботи, подолати раптові труднощі, довести справу, до кінця може виявитися непосильним завданням. З психологічної точки зору подолати це можна насамперед за допомогою спеціально здійснюваних внутрішніх процесів: пошуку особисто значущого сенсу нової діяльності, уявлення про думки перемоги, введення до нудної діяльності ігрових моментів. У багатьох студентів ці внутрішні процеси вольової саморегуляції є недостатньо сформованими, що істотно знижує і обмежує їхню активність під час самостійної роботи.

Як вже зазначали, при ДН домінуючою формою роботи є самостійна. Тому її здійснення передбачає більш високу активність, самомотивацію та самоконтроль, що значно відрізняє ДН від очного навчання, де таке підсилення мотивації не спостерігається. Проблема зовнішньої і внутрішньої мотивації не зовсім чітко розв'язується вже в традиційному навчанні, а для дистанційного вимагає нових підходів. При цьому мотивація в дистанційному навчанні може бути декількох видів: пізнавальна, соціальна, економічна, мовна, ділова, комунікативна, особистісна.

У якості головних мотивів самостійної діяльності можуть виступати навчально-пізнавальні і професійні мотиви. Конкретними стимулами можуть виявитися інтерес, відповідальність. Адже різні за змістом мотиви надають діяльності різноманітний зміст, обумовлюючи її якість.

Використання Інтернет-технології у навчанні активізує мотивацію, додаючи до роботи учня дослідницького аспекту, дозволяє оцінити інтегративний характер нових інформаційних технологій щодо конкретних навчальних дисциплін, а також сприяє подоланню психологічних бар'єрів, які виникають під час роботи. Найважливішим на нашу думку є те, що процес навчання з використанням інтерактивних технологій дистанційного навчання стає більш захоплюючим, коли розвивається творча основа учня.

Таким чином, врахування методичних і психологічних особливостей ДО є необхідною умовою в організації навчання на відстані.

Сформульовані принципи повинні бути поставлені в основу змістовної

частини ДН - електронних курсів. Відомо, що створення мультимедіа-навчальних програм пов'язане з проблемами передачі інформації в електронному вигляді і її сприйняття. І тут особливо важливо максимально врахувати психолого-педагогічні принципи побудови навчального матеріалу.

3.2. Проблеми та перспективи використання елементів дистанційних технологій у навчанні фізики

Необхідність перегляду існуючих підходів до освіти учнів, які будуть жити в умовах, що суттєво відрізняються від сучасних, обумовлюється інтенсивним розвитком інформаційних та телекомунікаційних технологій. На думку ряду експертів [42], [13], з розвитком інформаційних технологій на дистанційні форми навчання можна буде відводити до 40% учбового часу, поєднуючи їх із традиційними формами очних занять (40%) і самоосвітою (20%). Тому необхідно вже зараз значно посилити увагу до науково-методичних та психолого-педагогічних розробок в галузі дистанційного навчання і самоосвіти.

Отримання фізичної освіти в системі дистанційного навчання пов'язане з низкою особливостей, які ускладнюють процес навчання, процес засвоєння знань. Основні з особливостей пов'язані з тим, що для навчання фізики принципово необхідно не лише теоретичне, але й практичне навчання, яке проявляється, головним чином необхідністю виконання лабораторних робіт і розв'язування задач. Такі роботи мусять виконуватися учнем регулярно з використанням поточного контролю знань і загального тестування. Наразі проблема якісного дистанційного проведення подібних занять не може бути розв'язана повною мірою. Впровадження інформаційних технологій, особливо методів комп'ютерного моделювання і спілкування з допомогою мережі Internet, дає можливість сподіватись на їх розв'язання.

Дистанційне навчання розглядається як відносно нова форма навчання, і відповідно дистанційна освіта – як нова форма освіти. Терміном “дистанційне навчання” підкреслюється основна ознака даної двоєдиної діяльності, а саме інтерактивність, взаємодія не лише з програмою, а й з учителем і іншими учнями. Тому нова форма навчання не може бути повністю автономною, ізольованою від інших форм навчання. Дистанційне навчання будується у відповідності з тими ж цілями, що й очне навчання, з тим же змістом [43]. Лише форма подачі матеріалу, форма взаємодії учителя і учнів і учнів між собою буде іншою. До освітніх цілей навчання фізики можна віднести формування знань основ фізики, знань про методи пізнання; формування експериментальних навичок та умінь, вмінь застосовувати знання для розв'язування задач [44]. Тому можна виділити такі основні компоненти фізичної освіти:

- вивчення теоретичного матеріалу, яке як правило відбувається у вигляді лекцій, які супроводжуються демонстраційним експериментом;
- практичні заняття по розв'язуванню задач;
- лабораторні роботи, під час яких учні порівняно самостійно проробляють фізичні досліди, знайомлячись при цьому з експериментальними методиками і

обробкою результатів вимірювання;

- контроль навчальної діяльності учнів.

При вивченні *теоретичного матеріалу* в системі дистанційної освіти принципів проблем не виникає: існує велика кількість підручників з фізики, створюються мультимедійні курси, методичні посібники і т. д. Істотною особливістю фізичної освіти є супроводження уроків з фізики демонстраційним експериментом.

Демонстраційний експеримент є однією з необхідних компонент, яка забезпечує ефективне вивчення фізики. Він слугує для ілюстрації явищ, які вивчаються, для показу їх перебігу в природі і т. д. Проблема демонстраційних дослідів в системі дистанційної освіти існує і розв'язується вона шляхом створення або відео- і кінофільмів, або “віртуальних” експериментів, в яких моделюються фізичні явища, що вивчаються [45-47, 58].

Відмітимо, що демонстрація реального експерименту та проведення комп'ютерних дослідів не являється альтернативою, навпаки, вони взаємно доповнюють один одного. Відеозапис більш близький до реального експерименту. Для його виготовлення реальний фізичний експеримент записують на цифрову відеокамеру. Комп'ютерні досліді, які мають недосяжну для реального експерименту наглядність, дозволяють учням побачити перебіг процесів, які не можна безпосередньо спостерігати. Наприклад, можна спостерігати рух заряджених частинок в магнітному полі, рух планет і комет навколо Сонця і т. д.

Найбільш складним видом моделювання в навчальному процесі є *лабораторна робота*. Це пояснюється тим, що для лабораторної роботи недостатньо, щоб графічні символи на екрані монітора вели себе так, як за законами фізики мали б вести себе тіла, які зображаються цими символами. Недостатньо, щоб модель даного явища була б демонстраційно-наглядною. Необхідно також, щоб робота, по-перше, активно виконувалась учнями, по-друге, навчала б їх основам експериментаторського мистецтва: основним методикам проведення експерименту і обробки його результатів [46]. Саме в цьому і полягає основна складність при створенні таких робіт. Комп'ютерна лабораторна робота має носити дослідницький характер і прививати учням навички і уміння, близькі до тих, які отримує експериментатор при виконанні звичайної роботи.

Комп'ютерні роботи мають додаткові можливості в порівнянні з звичайними: більш наочні, дозволяють вивчати явища, складні для безпосереднього сприйняття, дають можливість познайомити учнів з історичними реальними і уявними експериментами. Єдине, що не доступне тут – це робота зі справжніми “живими” приладами, хоча самі прилади можна зображати на екрані з фотографічною точністю.

Найпростіші і найбільш часто зустрічаються комп'ютерні лабораторні роботи – це “віртуальний” аналог існуючих натуральних робіт: створюються комп'ютерні копії приладів, малюються електричні схеми і установки, учні імітують в ході виконання “дослідів” роботу експериментатора по знаттю результатів вимірювання і їх обробки. Такі роботи являються не дуже

повноцінним аналогом натуральних, вони не несуть нічого нового, а лише імітують роботу експериментатора.

Другий тип комп'ютерних лабораторних робіт – це навчальні обчислювальні експерименти, основані на методах комп'ютерного моделювання. Такий комп'ютерний навчальний експеримент істотно доповнює реальний практикум, так як можна створити віртуальні досліди, які важко реалізуються чи взагалі не реалізуються в натуральному вигляді в результаті екстремальності фізичних параметрів, неможливості побачити рух мікрочастинок і т. д.

Відмітимо, що існує можливість створення реального практикуму, який виконується дистанційно в режимі on-line. Його знімають на цифрову відеокамеру, і транслюється через мережу в реальному часі.

В системі дистанційної освіти комп'ютерний експеримент просто незамінний, так як не виникає проблем підтримки матеріальної бази в робочому стані.

При проведенні *практичних занять* важливі контакт учня і вчителя, консультації і регулярні “тренування” з розв’язування фізичних задач. Тому використовують телеконференції, консультації по електронній пошті і в режимі on-line. Практикум з розв’язування задач розробляється за тією ж схемою, що й лекційний матеріал. Задачі скомпоновані у відповідності з темами теоретичного матеріалу. Перед тим як приступити до розв’язування задач, учень повинен ознайомитися з переліком питань з теми, відповіді на які він повинен знати для успішної подальшої роботи.

Практикум формується на основі розробленого шаблону, який дозволяє проводити поетапне розв’язування задач і реалізовувати різні варіанти вводу відповідей. Зокрема, є задачі, в яких пропонується обрати правильну відповідь. Існує також ряд багаторівневих вимог для добору задач:

- 1) для кожної задачі встановлюється область визначення, яка задається:
 - фізичною темою (допускається дрібне розбиття теми на підтеми);
 - можливість полекційної розбивки по темам (МКТ газів, термодинаміка...);
 - рівнем підготовки кожного учня;
- 2) вводиться векторна класифікація якості задач. При цьому оцінюється:
 - складність задачі з позиції фізики (якісні чи кількісні задачі, ширина обхвату матеріалу по темам занять);
 - складність задачі з позиції математичної логіки;
- 3) встановлюються такі вимоги до тексту задач:
 - багатозначність трактування тексту не допускається;
 - текст задачі може доповнюватись рисунками з надписами, формулами, таблицями, іншими графічними матеріалами.

На додаток до цього кожна задача повинна бути доповнена методичними вказівками до розв’язування задач, розв’язуванням і відповіддю.

Здійснення оперативного контролю за навчальною діяльністю учнів являється однією з основних проблем дистанційного навчання. При проведенні різного роду тестів, екзаменів і заліків в умовах, коли учень і вчитель не бачать

один одного, часто виникають ситуації, не пов'язані напряму з якостями самого учня, наприклад проблеми з виконаннями завдань, які пов'язані з поганою роботою лінії зв'язку, комп'ютерів і т. д. На сьогодні виділяють три методи контролю [43]:

- комп'ютерне тестування;
- метод рейтингових оцінок;
- проектно-комунікативні методи.

При підготовці *комп'ютерних тестів* використовується, як правило, традиційна форма подачі запитань і відповідей: учням пропонується чітко сформульоване запитання, після якого йде декілька варіантів відповідей. Учень повинен вказати правильну відповідь. Різновидом подібних запитань може бути вибір невірної відповіді. Тестування може бути масовим, охоплювати велику кількість учнів одночасно.

Складним питанням при тестуванні являється підрахунок результатів. При оцінюванні відповідей учнів за звичайними рівнями “низький”, “середній”, “достатній” і “високий” не вдається досягнути об'єктивності і достовірності. Адже різні вчителі в різних школах одну і ту ж відповідь можуть оцінювати по-різному. В цьому випадку прийнято використовувати *методику рейтингових оцінок*, при якій заліковий загальний бал формується виключно статистично і вносить елемент змагань, порівняння з рівнем підготовки інших учнів.

Проективно-комунікативні методи оцінки знань і умінь учнів при дистанційному навчанні дають можливість учителям краще взнати учнів, детально перевірити рівень їх знань. Ці методи в більшості суб'єктивні, ґрунтовані на прямому особистому контакті всіх учасників дистанційного навчання – учнів, вчителів. Саме в силу своєї суб'єктивності дана форма контролю практично не піддається автоматизації. Серед великої кількості методів оцінювання підготовки учнів виділимо такі:

- написання реферату з даної теми (індивідуально, в парі з іншим учнем чи в складі групи, яка працює над одним проектом);
- референтне оцінювання роботи другого учня, який вивчає ту ж тему;
- особисте інтерв'ю з викладачем (в синхронному або асинхронному режимі);
- оцінку роботи учня “рівним собі”, тобто іншим учнем, який працює в одній навчальній групі;
- самооцінку роботи учнем.

Всі перераховані методи організації контролю навчальної діяльності добре реалізуються в умовах телекомунікаційної мережі.

Для проведення оперативного поточного контролю при дистанційному навчанні також зручно використовувати різні анкети, які розсилають учням в певний час по електронній пошті.

Таким чином можна зробити висновок, що основні труднощі при дистанційному навчанні виникають під час проведення практичних занять і лабораторних робіт з фізики та при організації контролю знань. При цьому найсуттєвішим недоліком є відносно слабкий зворотній зв'язок між учнями і вчителем. Однак з розвитком освітніх технологій, які ґрунтуються на методах

комп'ютерного моделювання і використанні інформаційних мереж можна сподіватись на їх усунення.

3.3. Навчальні матеріали для дистанційного навчання та їх методичний аналіз

Якість отриманих знань учнями при дистанційному навчанні залежить від ефективності дистанційного навчального курсу. В результаті аналізу науково-педагогічної літератури в нашому дослідженні дотримуємось такої дефініції: дистанційний курс - це комплекс навчально-методичних матеріалів та освітніх послуг, створених у віртуальному навчальному середовищі для організації дистанційного навчання на основі інформаційно-комунікаційних технологій.

Разом з тим до системи навчально-методичних матеріалів за формою пропонуємо включати:

- структуровані електронні навчальні матеріали, які розміщені у віртуальному навчальному середовищі, для організації навчання через Інтернет;
- друковані матеріали (навчальні посібники, опорні конспекти або робочі зошити, методичні рекомендації для слухачів, методичні рекомендації для викладачів), необхідність розробки яких визначається їх специфікою;
- додаткові навчальні засоби та носії навчальної інформації (компакт-диски, відеокасети, аудіокасети), що містять довідки і енциклопедичні посилання, призначенням яких є поглиблення пізнавальних можливостей дистанційного курсу і необхідність розробки яких визначається специфікою дистанційного навчання.

До педагогічно вдалих комп'ютерних навчальних програм, які за певних умов можна вважати дистанційними навчальними курсами і фрагментарно використовувати на групових заняттях, можна віднести програмні продукти російського виробництва фірм «1С» та «Физикон».

Одними з перших сертифікованих у Росії комп'ютерних навчальних програм з елементами автоматизованого навчального комплексу є програмні засоби фірми 1С Репетитор - «Физика», «Химия», «Биология», які розроблені у співпраці із Спеціалізованим навчально-науковим центром Московського державного університету. Мультимедійна навчальна програма «1С: Репетитор. Физика» (рис. 3.3) містить виклад всього шкільного курсу фізики і являє собою підручник, задачник і довідник, які об'єднанні гіпертекстовою структурою. Вона містить в собі 70 інтерактивних моделей, 300 ілюстрацій, 100 комп'ютерних анімацій і відеофрагментів, 300 тестів і задач, 60 хвилин дикторського тексту, біографії

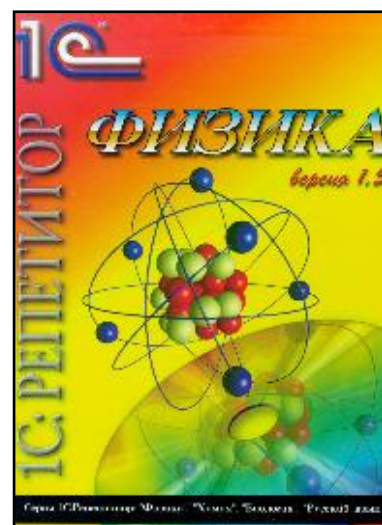


Рис.3.3. Загальний вигляд ППЗ «1С:Репетитор. Физика».

відомих фізиків, довідник, словник основних термінів тощо.

В свою чергу багатокористувацька версія «1С: Репетитор. Фізика (версія 1.51)» являє собою клієнт-серверну версію програми і містить в собі блоки адміністрування і ведення журналу роботи користувачів (рис. 3.4).

В цілому вона розрахована для здійснення узагальнення і систематизації знань з фізики, для повторення курсу фізики. Разом з тим її використання при навчанні фізики, під час формування фізичних понять та умінь і навиків застосування знань має певні утруднення, зокрема:

- наявність значної текстової інформації на невеликій частині екрану, причому незручним є навігація по тексту – відсутня полоса прокрутки, для зміни текстової інформації її необхідно перетягувати по екрану;

На наш погляд, вище зазначених демонстрацій не достатньо для повноти розкриття змісту понять розділу, забезпечити висвітлення світоглядних питань, формування сучасної фізичної картини світу. Водночас наявні моделі не дозволяють в повній мірі розкрити основні ознаки явища фотоефекту, будову атома та ядра, так як розраховані на тих, у кого вже сформовані такі поняття, тому матеріал подається з метою відтворення в пам'яті, а не етапі вивчення.

Компанія New Media Generation представляє серію «Репетитор Кирила и Мефодия 2008» (рис. 3.4). Мультимедійна допомога серії призначена для підготовки до складання єдиного державного іспиту 2008 року і розроблена за типологією, підготовленою Міністерством освіти і наук Російської Федерації.

Ця серія адресована учням старших класів і абітурієнтам для самостійної підготовки і роботи під керівництвом вчителя, а також викладачам для підготовки і проведення занять.

Репетитор з фізики містить:

- більше 3200 тестових завдань, розподілених за 146 темами;
- 5 варіантів ЄДЕ для підготовки до іспиту 2008 року;
- більше 750 медіаілюстрацій;
- більше 340 термінів і понять в довіднику;
- 3 основних режими тестування: «Вільний тренінг», «Вільний іспит» і «Єдиний державний екзамен»;
- типові конструкції тестових завдань;
- моніторинг знань і робота над помилками;
- каталог ВНЗ Росії.



Рис.3.4. Загальний вигляд ППЗ «Репетитор Кирила и Мефодия 2008»

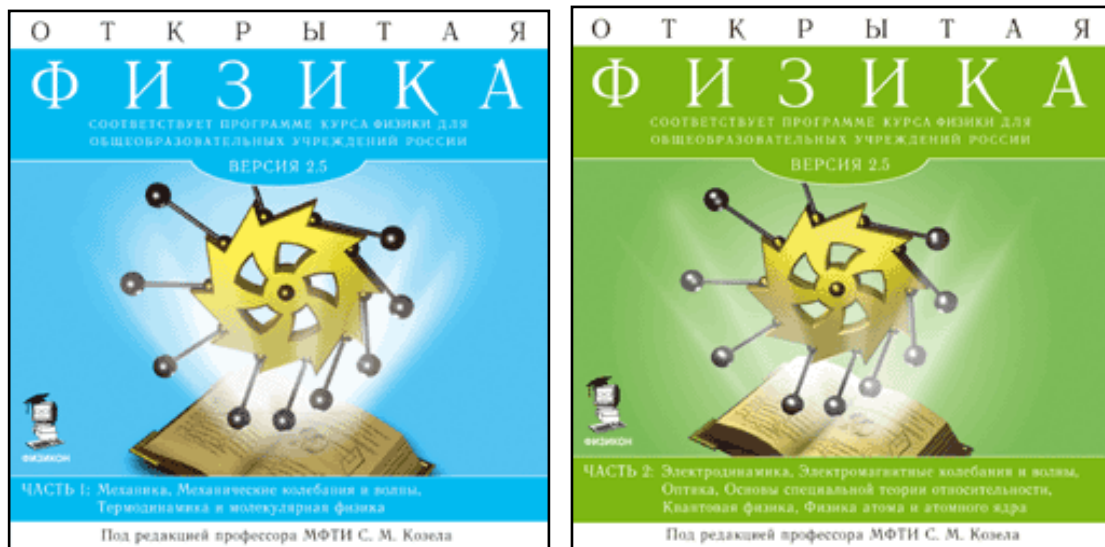


Рис.3.5. Загальний вигляд ППЗ «Открытая Физика 2.5»

Більш вдалою розробкою є повний мультимедійний курс «Открытая Физика 2.5» (рис. 3.5), який призначений для учнів загальноосвітніх установ – середніх шкіл, ліцеїв, гімназій, коледжів. Він також може бути використаний для самостійного вивчення фізики і підготовки для вступу до вищих навчальних закладів (ВНЗ) освіти.

В серії електронних підручників «Открытая физика» пропонуються інтерактивні моделі дослідницького характеру, які можна використовувати після пояснення тієї чи іншої теми, при поглибленому вивченні матеріалу.

Програма дистанційного навчання «Абитуриент» (рис. 3.6) створена в рамках гранту конкурсу «Ресурси Інтернет для развития культуры, образования, здравоохранения и гражданского общества» Інституту Відкрите Суспільство (фонд Сороса, Росія), гранту міністерства освіти Російської Федерації і фінансовій підтримці Петрозаводського державного університету.

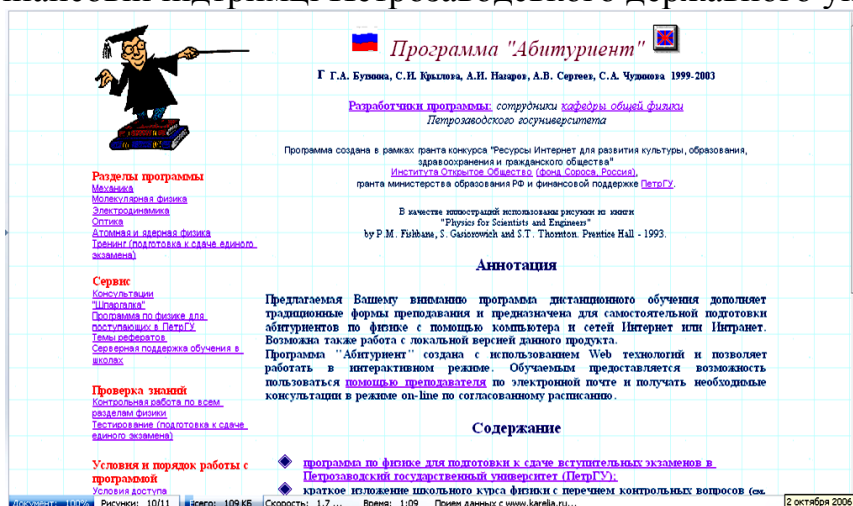


Рис.3.6. Вигляд головної сторінки програми дистанційного навчання «Абитуриент».

Вона доповнює традиційні форми викладання і призначена для самостійної підготовки абітурієнтів з фізики за допомогою комп'ютера і мереж Інтернет або Інтранет. Можлива також робота з локальною версією даного продукту. Програма «Абитуриент» створена з використанням Web технологій і дає

можливість учням користуватися допомогою викладача по електронній пошті і одержувати необхідні консультації в режимі on-line за узгодженим графіком.

Серед електронних підручників вітчизняного виробництва слід відзначити програмно-методичні комплекси (ПМК) "Фізика – 7, 8, 9, 10, 11", створені групою спеціалістів Інституту педагогіки АПН України спільно з корпорацією "Квазар Мікро". Зміст ПМК представлений у текстовому (звуковому) та відеорядах, які тісно пов'язані між собою й відповідають програмі курсу фізики загальноосвітніх навчальних закладів України.

Серед педагогічних можливостей ПМК необхідно відзначити такі:

1. Вибір режиму роботи програми (індивідуальний, груповий);
2. Вибір алгоритму взаємодії з користувачем (алгоритму навчання, що пропонується розробниками програми, або створення індивідуального);
3. Контроль результатів навчання з використанням тестових завдань, самоперевірки засвоєння знань, у тому числі й розроблених самостійно вчителем за допомогою підсистеми «Конструктор тестових завдань»;
4. Можливість постійного поповнення бібліотеки ПМК новими елементами.

Серед недоліків даного комплексу варто зазначити наступні:

- наявність великого обсягу текстової Інформації на екрані монітора;
- комп'ютерні моделі в основному представлені у вигляді готових (цілісних) рисунків, схем. При сприйманні їх як єдиного цілого не завжди можна зосередити увагу учнів на суттєвих ознаках того чи іншого поняття;
- конструктор уроків має чітку структуру, тому систему не можна вважати відкритою.

На жаль, в даному комплексі не запропоновано динамічні моделі, які допомогли б учителю під час пояснення на уроці суттєвих ознак того чи іншого фізичного явища, поняття саме на етапі його формування, а також учневі при самостійному опрацюванні вивченої теми дома під час підготовки до уроку.

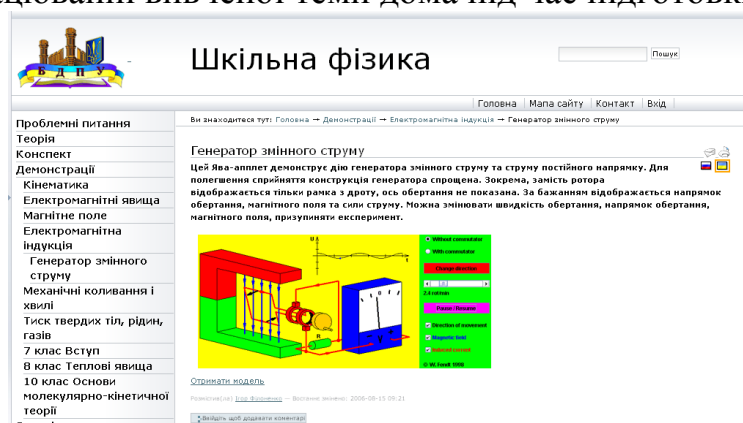


Рис.3.7. Вигляд головної сторінки освітнього сайту «Шкільна фізика».

На базі Бердянського державного педагогічного університету створений освітній сайт "Шкільна фізика" (рис. 3.7). На розміщені теоретичні матеріали у вигляді конспектів, демонстрації виконані як Ява-аплети, приклади розв'язування задач і тести для перевірки знань з різних тем шкільного курсу фізики.

Підсумовуючи вище зазначене можна стверджувати, що усі ці розробки лише наближено можна вважати повноцінними дистанційними курсами.

На сучасному етапі варто ознайомитися із досвідом використання телевізійних технологій дистанційного навчання на прикладі *Сучасної гуманітарної академії* (СГА, м. Москва). З моменту відкриття першої філії (м. Санкт-Петербург в 1995 р.) (рис. 3.8) кількість навчальних центрів СГА в Росії та країнах колишнього Радянського Союзу постійно збільшувалася і на даний момент 628 навчальних центрів (філій і представництв дистанційного навчання) ведуть освітню діяльність у віддалених від великих університетських центрів районах.

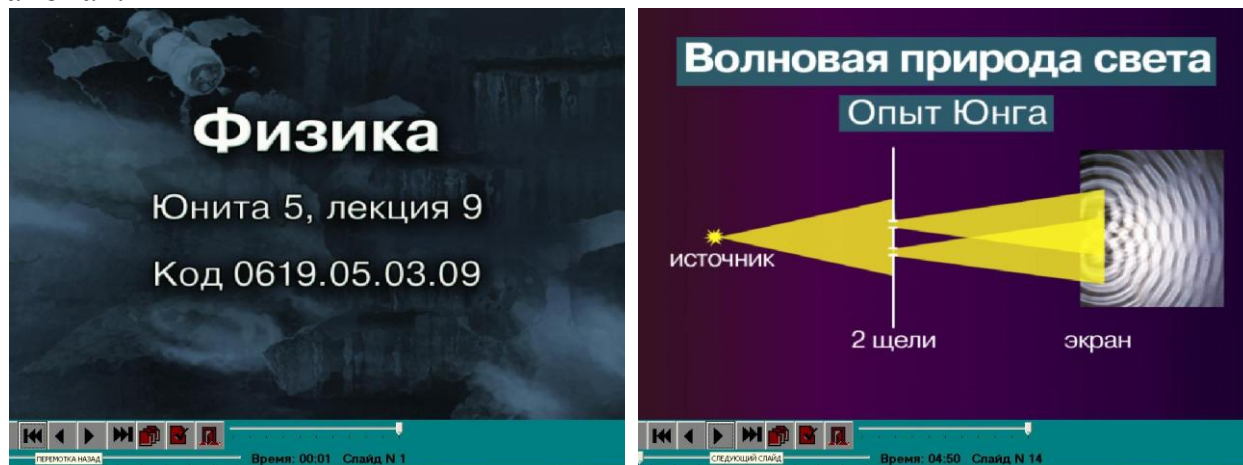


Рис.3.8. Фрагмент телевізійної лекції *Сучасної гуманітарної академії*.

У навчальних центрах СГА дістають вищу освіту понад 140 000 студентів, що виводить її до найбільших вищих навчальних закладів Росії. Навчальні центри СГА оснащуються комплектом необхідного технологічного обладнання для реалізації віртуально-тренінгової системи навчання: встановлені антени для прийому супутникового телебачення СГА ТБ, вироблено підключення до мережі Інтернет для впровадження системи ІР-консультацій і проведення дискусій в рамках екстериторіальних кафедр, застосовуються сучасні комп'ютери і сервери для створення локальних відеолекцій і запису телекурсів робіт [www.muh.ru].

Серед курсів які пропонує СГА варто виділити фізику за розширеною і доповненою програмою для учнів 10-11 класів. Слухачі даного курсу дістають можливість закріпити шкільні знання з фізики, що може дозволити їм краще підготуватися до вступних іспитів до вищих навчальних закладів.

Телекомпанія СГУ ТБ *Сучасної гуманітарної академії* пропонує ряд універсальних наочних відеопосібників на DVD дисках або відеокасетах (20 DVD дисків або відеокасет) з шкільного курсу фізики (рис. 3.9).

Варто також ознайомитися з досвідом роботи телеканалу “Школьник ТВ”, який є найбільшим проектом Міжрегіонального суспільного фонду «Освіта в третьому тисячолітті», створеного в липні 1999 року з метою реалізації інноваційних телекомунікаційних освітніх проектів.

Це єдиний в Росії, країнах СНД і Балтії загальнодоступний пізнавально-просвітницький і навчальний телеканал, розрахований на широку аудиторію

учнів, викладачів середніх шкіл, ліцеїв і гімназій, абітурієнтів, що поступають у вищі і середні навчальні заклади.



Рис.3.9. Загальний вигляд універсальних наочних відео посібників

Програмний продукт телеканалу – виключно навчальні, науково-пізнавальні, просвітницькі передачі, класика вітчизняного кіно і театру, передачі для дітей і молоді. Немало часу телеканал відводить питанням культури, етики і естетики. В структурі програм телеканалу 30% ефірного часу відводиться на показ знятих на відео уроків, які відповідають шкільній програмі 10-11 класів. Особливі акценти робляться на моментах, які за статистикою найважче освоюються учнями. Уроки охоплюють весь комплекс основних дисциплін: математика, фізика, іноземні мови, література і т.д. Важливо, що конкретні уроки видаються в ефір «в крок» з часом вивчення відповідної теми в школі за навчальною програмою. Їх використання на теренах України на нашу думку в подальшому може бути перспективним. На сучасному етапі їх використання є проблематичним: по-перше, вони адаптовані до навчальних програм, які діють в межах Російської Федерації, по-друге, вони не адаптовані до української мови, і по-третє, у зв'язку із обмеженістю телеприйому даного телевізійного каналу.

Аналіз існуючих навчальних комп'ютерних програм, освітніх мережених та телевізійних проектів свідчить, що для забезпечення їх високої якості та ефективного використання у навчанні розробникам слід використовувати різного роду засоби унаочнення: малюнки, фотографії, відео, звук, можливості гіпертексту тощо. Дослідження проблеми, науково-педагогічний аналіз теорії та наявних дистанційних курсів дозволяє зробити наступні висновки:

- наразі пропонується чимала кількість дистанційних навчальних курсів;
- переважна їх кількість, що можуть бути використані при вивченні фізики, містять значний текстовий матеріал, який виводиться на екран монітора;
- відсутні моделі, які б сприяли усвідомленню міждисциплінарних зв'язків фізики і математики;
- відсутні моделі, які б унаочнювали перехід від демонстраційного експерименту до моделювання;

- відсутні комплекси, які поєднують комп'ютерні демонстраційні моделі і друкований дидактичний матеріал з яким учні могли б одночасно працювати під час навчання фізики.

В зв'язку з цим актуальною є проблема розробки дистанційного навчального курсу, який сприятиме усвідомленому засвоєнню навчального матеріалу, забезпечить отримання повноти знань, формування відповідних умінь і навичок, призведе до підвищення якості навчальних досягнень учнів, в цілому до покращання загальноосвітньої підготовки шляхом розкриття провідних ідей фізики в їх розвитку, історії становлення та практичного використання для забезпечення життєдіяльності людини, підвищить пізнавальний інтерес, надасть пошукового і дослідницького характеру навчальній діяльності. Розв'язанню цієї проблеми і присвячено дане дисертаційне дослідження, основним завданням якого є теоретичне обґрунтування та створення дистанційного навчального курсу для поетапного вивчення окремих розділів фізики.

На сучасному етапі розвитку освітніх технологій одним із перспективних шляхів (напрямків) організації вивчення фізики (як і інших дисциплін) є використання дистанційних технологій. В зв'язку з цим особливу увагу варто приділяти розробці дистанційних навчальних курсів, які б відповідали психолого-педагогічним вимогам та віковим особливостям учнів щодо подання змісту та обсягу, форми, кольорової гами, звуко супроводу, що в цілому забезпечить формування фізичних знань, умінь та навичків і як кінцева мета призведе до підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу учнями, рівня навчальних досягнень.

Аналіз науково-методичної літератури з питань розробки курсів з елементами дистанційного навчання дозволив виділити такі шляхи отримання необхідних навчальних матеріалів для наповнення курсів дистанційної освіти (рис. 3.10.) [48]:

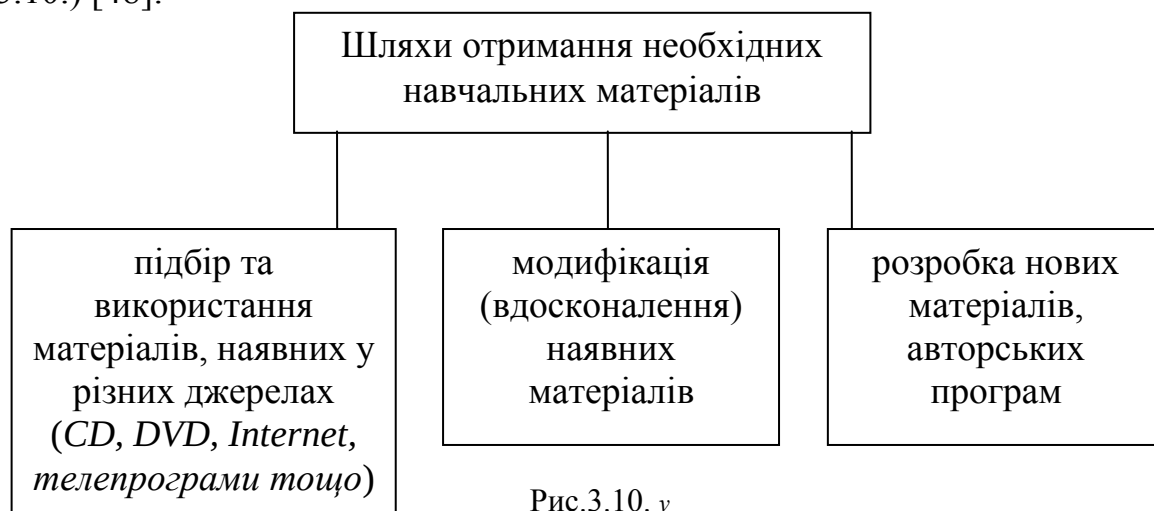


Рис.3.10. v

При здійсненні вибору серед існуючих готових навчальних матеріалів та програм для їх використання у навчальному процесі варто враховувати:

- відповідність матеріалів цілям уроку, теми, розділу;
- їх відповідність рівню компетенції учнів;

- сучасність змісту та актуальність наведеної інформації;
- спроможність технічної та технологічної презентації;
- якість та ефективність матеріалів, які підтверджені попереднім досвідом

їх використання.

Складність такого шляху організації навчального курсу полягає в тому, що вчитель повинен частково підпорядковувати навчальні плани, за якими він працює, структурі матеріалів, які внесені до програм курсу ДО, він позбавлений реальної можливості змінювати їх.

До модифікації слід звертатися у випадку, якщо матеріали, задовольняючи вимогу учителя, за певних обставин не можуть бути використані в оригінальному вигляді. Причинами цього може бути, наприклад, подання матеріалу іншою мовою, відсутність необхідних технічних засобів, незнання технології і техніки демонстрування тощо.

Орієнтація на адаптацію існуючих навчальних матеріалів, що підтвердили розв'язання проблеми успішності їх використання, передбачає наступні переваги:

- по-перше, прискорює роботу над розробкою комп'ютеризованого супроводження курсу;
- по-друге, дозволяє зосередити увагу розробника на вдосконаленні аспектів самонавчання за рахунок часу, що не витрачався на розробку матеріалів, вибір ілюстрацій і таке інше.

Вибір серед вище перерахованих категорій матеріалів зумовлюється, на нашу думку, економічними (вартість), технічними (доступність, сумісність обладнання та програмного забезпечення) та методичними (відповідність цілям, принципам використання) чинниками, можливостями щодо їх ефективного комбінування, специфічними характеристиками аудиторії, вимогами з боку терміну навчання.

Для вибору способу представлення навчальних матеріалів у дистанційних курсах нами визначені такі вимоги:

- а) можливість презентації навчальної інформації у необхідній формі (текстовій, візуальній),
- б) зручність доступу до інформації,
- в) можливість її тиражування.

Процес розробки нових курсів згідно [49] складається з наступних етапів (рис. 3.11.):

На етапі підготовки визначається:

- контингент учнів;
- цілі та завдання навчання в ДНК;
- зміст навчання;
- одномовність/двомовність курсу;
- технологію та технічні засоби навчання.

На етапі створення здійснюється:

- розробка структури ДНК;
- підбір навчальних матеріалів відповідно до визначених цілей, завдань та змісту навчання;

- упорядкування системи вправ;
- визначення форми взаємодії;
- визначення форм зворотного зв'язку та контролю;
- розробка зовнішнього оформлення екрана;
- експертна оцінка ДНК.



Рис. 3.11. Етапи розробки дистанційних курсів

На етапі програмування відбувається:

- складання алгоритму окремих вправ, курсу в цілому;
- програмна реалізація ДНК.

Етап перевірки та редагування включає:

- опробування навчальних матеріалів;
- виявлення мовних помилок, методичних недоліків;
- редагування навчальних матеріалів, формулювань інструкцій;
- експериментальну перевірку, оцінку ефективності ДНК;
- остаточне доопрацювання курсу.

Для спрощення розробки і організації дистанційних курсів сьогодні широко використовуються e-learning платформи (їх ще називають віртуальними навчальними середовищами або комп'ютерними системи підтримки навчання). Найбільш популярні серед них:

1) закордонні - IBM Lotus LearningSpace Forum (ver.3.x), IBM Lotus LearningSpace (ver.5.x), IBM Lotus LearningSpace Learning Management System (LMS) (ver.1.x), IBM Lotus Workplace Collaborative Learning (WCL) (ver.1.x-2.x), WebCT Campus Edition (CE) (ver.4.1), WebCT Vista (ver.3.0), BlackBoard (ver.6.x);

2) російського виробництва – Прометей;

3) українського виробництва – Веб-клас ХПІ, Веб-орієнтовану розподілену навчальну систему (ВОРНС), інформаційно-освітнє середовище тощо.

E-learning платформа «Веб-клас ХПІ» (рис.3.12.) розроблена у Проблемній лабораторії дистанційного навчання при Харківському національному

політехнічному університеті «ХПІ».

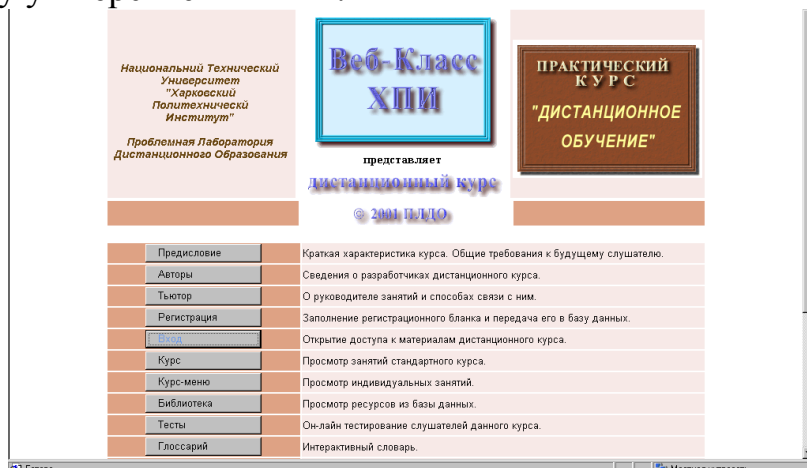


Рис. 3.12. Фрагмент E-learning платформи «Веб-клас ХПІ»

Веб-орієнтовану розподілену навчальну систему розроблено на кафедрі автоматизованих систем управління Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій при Національному університеті «Львівська політехніка» за проектом Tempus/Tacis VM_CP-20527-1999/2000 рр.

На базі Вінницької фізико-математичної гімназії №17 розроблено інформаційно-освітнє середовище (рис.3.13).

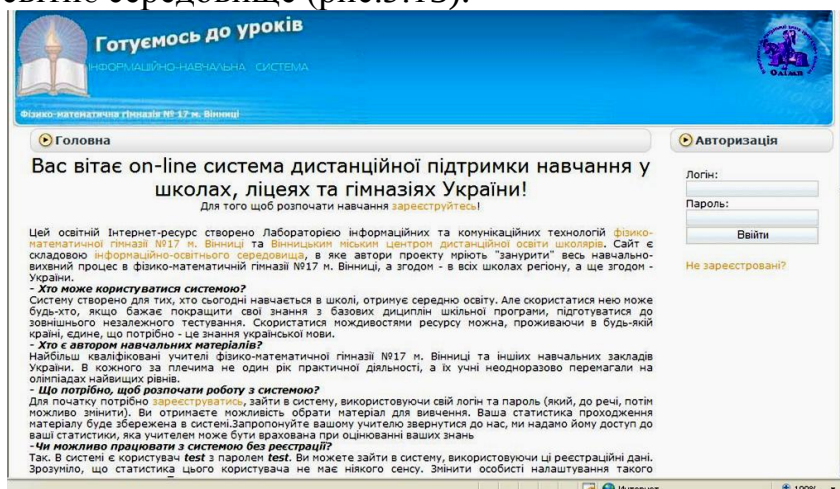


Рис. 3.13. Фрагмент інформаційно-освітнього середовища

На рис.3.14 наведена класифікація e-learning платформ:

CMS - Content Management System: програмне забезпечення, орієнтоване на підтримку розробки, тестування, розміщення вмісту дистанційних курсів на web сайтах

LMS - Learning Management System: програмне забезпечення, орієнтоване на підтримку автоматизації процесу управління дистанційним навчанням. Зареєстрованим користувачам надається можливість роботи з каталогами дистанційних курсів, отримання і зберігання інформації від викладача, роботи з різними звітами по дистанційному навчанню. LMS розробляється з урахуванням підтримки курсів різних розробників і постачальників. Зазвичай LMS не має власного інструментарію по розробці курсів і фокусується на управлінні курсами, розробленими сторонніми виробниками.

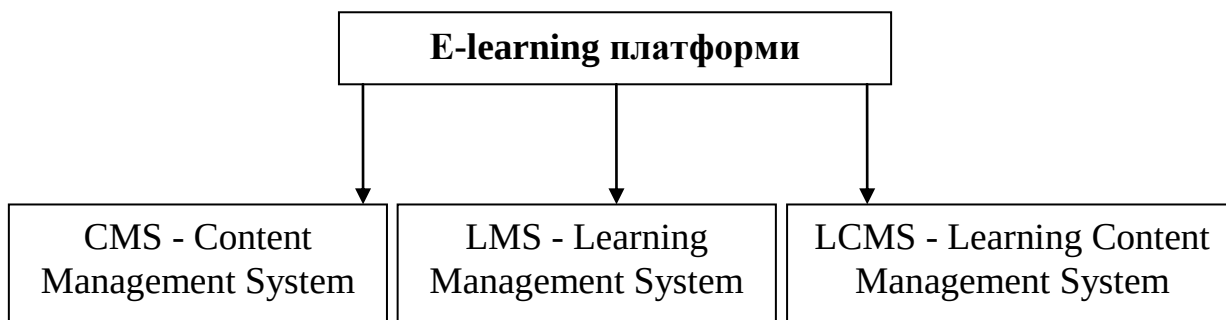


Рис.3.14. Класифікація e-learning платформ

LCMS – Learning Content Management System: програмне забезпечення, орієнтоване на підтримку як управління дистанційним навчанням, так і розробки вмісту дистанційних курсів. LCMS об'єднує можливості LMS і CMS.

E-learning платформи відносно прості в користуванні і значно полегшують роботу зі створення дистанційних курсів викладачами, навіть якщо вони не мають глибоких знань мультимедійних і комунікаційних засобів або мов, наприклад, HTML, Java.

При виборі e-learning платформи необхідно враховувати, те що вона повинна забезпечувати [50]:

- проведення навчально-адміністративної роботи: складання навчальних груп, підтримку розкладу занять, формування різних відомостей і звітів;
- контроль кількості пройденого матеріалу і якості його засвоєння;
- роботу в асинхронному режимі з можливістю індивідуального підходу до учня;
- колективну роботу учнів і викладача (семінар, конференція);
- підтримку електронної пошти, форуму, чату, відеоконференції, обміну файлами, сумісного використання додатків, віртуального класу;
- розділення учасників навчального процесу за ролями: гість, учень, тьютор, інструктор, дизайнер курсів, адміністратор;
- підтримку різних типів навчальних матеріалів - електронних підручників, тестів, симуляцій і лабораторних робіт;

E-learning платформа повинна відповідати наступним вимогам:

- відповідати міжнародним стандартам;
- здійснювати гнучке управління навчальним процесом;
- забезпечувати підтримку різних форматів навчальних матеріалів;
- допускати мовну локалізацію;
- мати простий інтерфейс, доступний для користувачів будь-якого рівня комп'ютерної грамотності;

Важливим елементом створеної методики навчання з використанням елементів дистанційних технологій є дидактичне забезпечення цього процесу. Існують різні вимоги до їх розробки.

У 2001 році був виданий ГОСТ 7.83–2001 «Электронные издания. Основные виды и выходные сведения» [51], який регламентує підготовку електронних видань і, зокрема, використання деяких термінів. Нові правила, прийняті 30 жовтня 2001 р. міждержавною радою по стандартизації,

метрології і сертифікації, повинні діяти на всій території співдружності незалежних держав.

При розробці авторського дистанційного навчального курсу керувалися наступними правилами створення електронних видань [1, 52].

1. Для структурування змісту дотримувались модульного принципу представлення змісту. Він допускає структурування навчальної інформації, змісту навчання й організацію роботи учнів, на основі логічно завершених навчальних блоків (модулів). У модулі чітко визначені мета навчання, задачі і рівні вивчення даного модуля, названі навички й уміння, які учень має сформувати після завершення вивчення модуля; визначені необхідні контрольні заходи. Учні, при модульному навчанні завжди повинні знати перелік основних понять, навичок і умінь по кожному конкретному модулю, включаючи кількісну міру оцінки якості засвоєння навчального матеріалу. На основі цього переліку нами складені питання і навчальні задачі, що охоплюють усі види робіт з модулем, і виносяться на контроль після вивчення модуля.

При розробці модуля враховувалось те, що кожен модуль повинен дати цілком визначену самостійну частину знань, сформувати необхідні уміння. Після вивчення кожного модуля учні одержують рекомендації учителя щодо подальших дій.

2. Було дотримано принцип мінімуму, тобто не переобтяжувався дистанційний навчальний курс великою кількістю графіки, особливо декоративної. Занадто велика кількість сторінок уповільнювала б переміщення і робила зв'язок неефективним.

3. Важливим та необхідним є використання засобів наочності. Тому широко використовувались таблиці, схеми, графіки, що дозволяють сконцентрувати інформацію і за рахунок цього скоротити обсяг навчального тексту. Крім того, звукові, відео, анімаційні та інші фрагменти дозволяють пояснити важкі для розуміння моменти, поліпшити сприйняття складних моделей тощо.

4. Були використані прийоми акцентування уваги. Найкращим засобом акцентування уваги є різні графічні і мультимедійні елементи. Для фіксації уваги до певної інформації ми пропонуємо застосовувати мигаючі символи - 3-4 мигання з інтервалом 0,5-1 с, а текстову інформацію виділити декількома способами: місцем її розташування; фоном; шрифтом і кольором.

5. Враховувалось те, що не варто перевантажувати текст гіперпосиланнями, у тому числі зовнішніми, в зв'язку з тим, що учні можуть втратити орієнтування в інформації.

6. Було створене вкладене індексування (меню) та використані однотипні формати. Індекссування дозволяє швидко переглядати сторінку. Індеси змісту повинні бути логічно співвіднесені з ретельно відредагованим текстом. В свою чергу використання однотипного формату сторінки зменшує час завантаження даних. Не бажано використовувати різноманітні шрифти в межах сторінки.

7. Створена однотипова навігація в курсі. Це дозволило уникнути втрати посилань. Кожна сторінка має містити посилання «повернення до головної сторінки», якщо глибина вкладення файлів велика. Необхідно передбачати

повернення до меню.

8. При наповненні дистанційного навчального курсу слід використовувати вірогідну інформацію, тобто навчальний курс повинен містити тільки ретельно перевірену інформацію.

Узагальнюючи вимоги до розробки дидактичного процесу, сформульовані П.В. Зуєвим [50] у дослідженні дотримувались наступних вимог до розробки дистанційного навчального курсу:

– зміст навчального матеріалу та характер його представлення опиралися на суб'єктивний досвід учня;

– виклад навчального матеріалу має бути спрямований не лише на розширення обсягу знань і умінь учня, структурування і узагальнення попереднього змісту, але й на узгодження особистого досвіду з науковими знаннями;

– навчальний матеріал організовували таким чином, щоб учні могли самостійно вибрати варіанти його змісту, способи його обробки;

– форма представлення навчального матеріалу повинна стимулювати учня до самостійної навчально-пізнавальної діяльності, яка дає йому можливість саморозвитку в процесі оволодіння знаннями;

– необхідний систематичний (моніторинговий) контроль і об'єктивна оцінка не тільки результатів, але й ходу навчально-пізнавального процесу, тобто тих перетворень, які здійснює учень, засвоюючи навчальний матеріал.

В рамках вимог до розробки дистанційних навчальних курсів також враховано те, що учні при роботі з ними потребують допомоги у вигляді психологічної, педагогічної та фізичної підтримки.

Так психологічна підтримка полягає в тому, що учні або студенти, які навчаються з використанням елементів дистанційних технологій є високо-вмотивованими, однак на певному етапі роботи і вони можуть відчувати зниження інтересу до навчання. Щоб уникнути цього, слід намагатися того, щоб матеріали курсу були:

- відповідними до потреб учнів;
- цікаво презентованими;
- написаними в зрозумілому та приємному стилі;
- розробленими з метою підвищення впевненості учнів.

Завдяки педагогічній підтримці учні усвідомлюють свої успіхи в навчанні, відчують підвищення рівня своїх знань, формування вмінь та навичків. Учням також необхідно розуміти, на якому етапі навчання вони перебувають. Це вимагає забезпечення в запропонованому курсі:

- чіткої структури;
- зрозумілих цілей;
- механізмів самоконтролю;
- зворотного зв'язку;
- конкретних висновків.

Для забезпечення *фізичної* підтримки, з метою полегшення довготривалої роботи учнів з матеріалами курсу, під час розробки навчального курсу слід

дотримуватись наступних правил:

- оформлення заголовків, посилань, зв'язків має бути без анімаційних ефектів;
- матеріали варто розташовувати зручно з привабливим оформленням;
- елементи наочності (рисунки, графіки тощо) на екрані монітора мають бути інформативними.

При розробці дистанційного навчального курсу нами враховувались фізіологічні особливості сприйняття інформації. Так при сприйнятті тексту особливе значення має колір букв та фон. Як показують дослідження, найбільш сприйнятливим є чорний шрифт на білому фоні, потім чорний на усіх кольорових фонах [51].

В зв'язку з цим були враховані фізіологічні особливості людини щодо сприймання кольорів і форм [52]:

1. Стимулюючі (теплі) кольори до яких відносять червоний, жовтий сприяють збудженню і діють як збудники (в порядку зменшення інтенсивності дії).

Дезінтегруючі (холодні) кольори: фіолетовий, синій, блакитний, синьо-зелений, зелений заспокоюють, викликають сонний стан (в тому ж порядку).

До нейтральних відносять світло-рожевий, блакитно-сірий, жовто-зелений, коричневий.

Крім того, слід враховувати те, що колір має вплив на самопочуття в залежності від темпераменту особи. Відомо, що зелений колір діє на людину заспокійливо. Блакитний та жовтий кольори заспокоюють учнів з темпераментом сангвініка та холерика, а флегматика зовсім хилить на сон, схиляє до замкненості - меланхоліка. Червоний колір (із відтінками) діє збудливо на всі типи центральної нервової системи.

2. При накладанні двох кольорів - кольору знаку і фону – здійснюється вплив на зоровий комфорт, при цьому деякі пари кольорів не лише стомлюють зір, але і можуть призвести до стресу (наприклад: зелені букви на червоному фоні).

3. Склад кольорової схеми розпочато з вибору трьох основних функціональних кольорів, які використовували для представлення звичайного тексту. Кольорова схема була однаковою на всіх етапах проходження програми. Це сприяло створенню в учнів відчуття цілісної компоновки матеріалу, стильності, комфорту.

4. Під час вибору шрифтів для вербальної інформації нами враховано наступне: прописні букви сприймаються важче, ніж друковані, краще сприймаються цифри, створені прямими лініями, відношення товщини основних штрихів шрифту до їх висоти орієнтовно складає 1:5, найбільш зручні для читання розміри шрифту до розмірів інтервалу між буквами: від 1:0,375 до 1:0,75.

5. Найкраще сприймаються накладання таких кольорів шрифту і фону: білий на темно-синьому, чорний на білому, жовтий на синьому. Білий простір є одним з найсильніших засобів виразності, мало гарнітурний набір - ознакою стилю.

6. Великий вплив на підсвідомість людини чинить мультиплікація. Її дія значно вища за дії звичайного відео. Чіткі, яскраві малюнки, що швидко змінюються, впливають на підсвідомість.

7. Інтенсивність візуальних і звукових сигналів навчальної програми повинна відповідати середнім значенням діапазону чутливості аналізаторів людини, що забезпечує найбільш оптимальні умови для сприйняття і опрацювання інформації.

З метою повноти сприйняття інформації з екрану монітора рекомендується використовувати для тексту і графічних зображень звуковий супровід. Адже при одночасному задіянні зорових і слухових каналів сприймання інформації значно підвищується, оскільки відчутного підвищення обсягу короточасної зорової пам'яті можна домогтися перекодуванням частини зорової інформації в слухову, враховуючи той факт, що слухова пам'ять «стирається» повільніше. Як відомо ефективність слухового сприймання інформації складає 15%, зорового – 25%, а їх одночасне включення в процес навчання підвищує ефективність сприймання до 65%.

3.4. Особливості методики роботи з дистанційним навчальним курсом для вивчення розділів квантової оптики та фізики атома і атомного ядра

Навчально-методичний комплекс згідно до стандарту освітніх програм, враховує основні принципи педагогіки, психології і передбачає формування знань з основ фізики, формування експериментальних умінь та навичок, умінь застосовувати знання для розв'язування задач тощо і розміщений на сайті on-line системи дистанційної підтримки навчання в школах, ліцєях, гімназіях України (рис. 3.15) [53].



Рис. 3.15. Головна сторінка on-line системи дистанційної підтримки навчання в школах, ліцєях, гімназіях України

Учень ввійшовши на сайт ознайомлюється спочатку з правилами роботи, реєструється, при цьому отримує пароль та логін (рис. 3.16). Після проведення авторизації він отримує доступ до навчальних матеріалів.

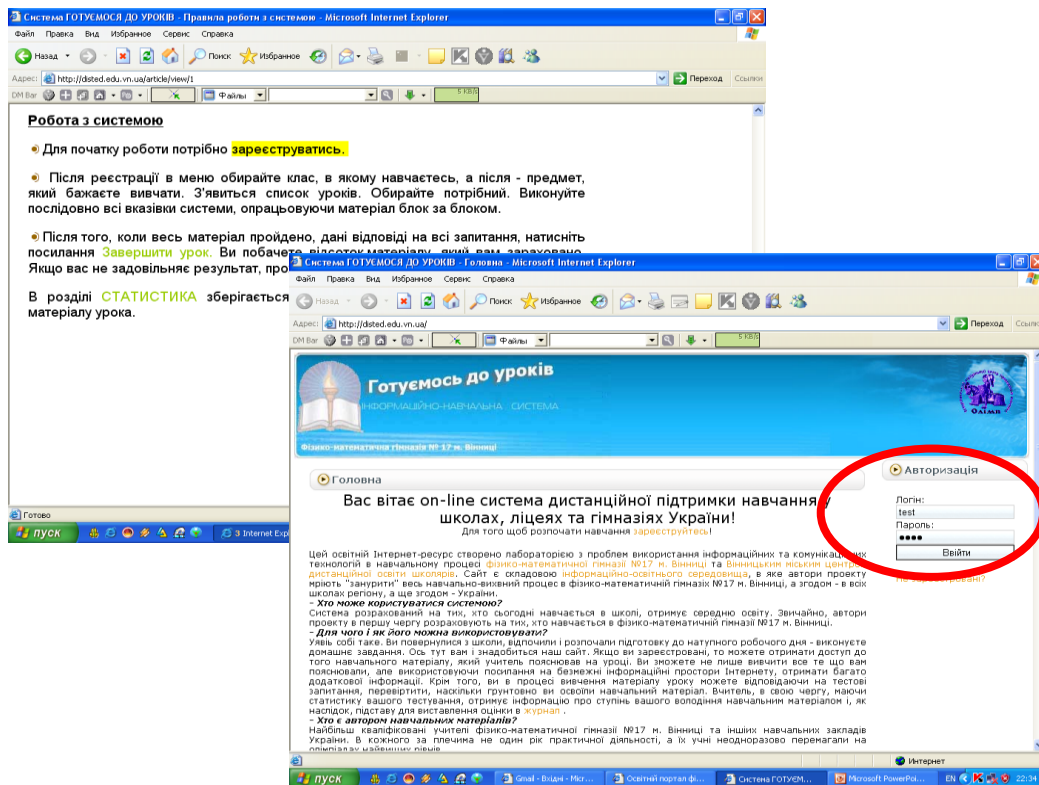


Рис. 3.16. Фрагмент сторінки, на якій описано правила роботи з on-line системою дистанційної підтримки навчання в школах, ліцей, гімназіях України

В меню він обирає клас, в якому навчається, а після – предмет, який бажає вивчати. Коли з’явиться список тем уроків учень обирає необхідний.

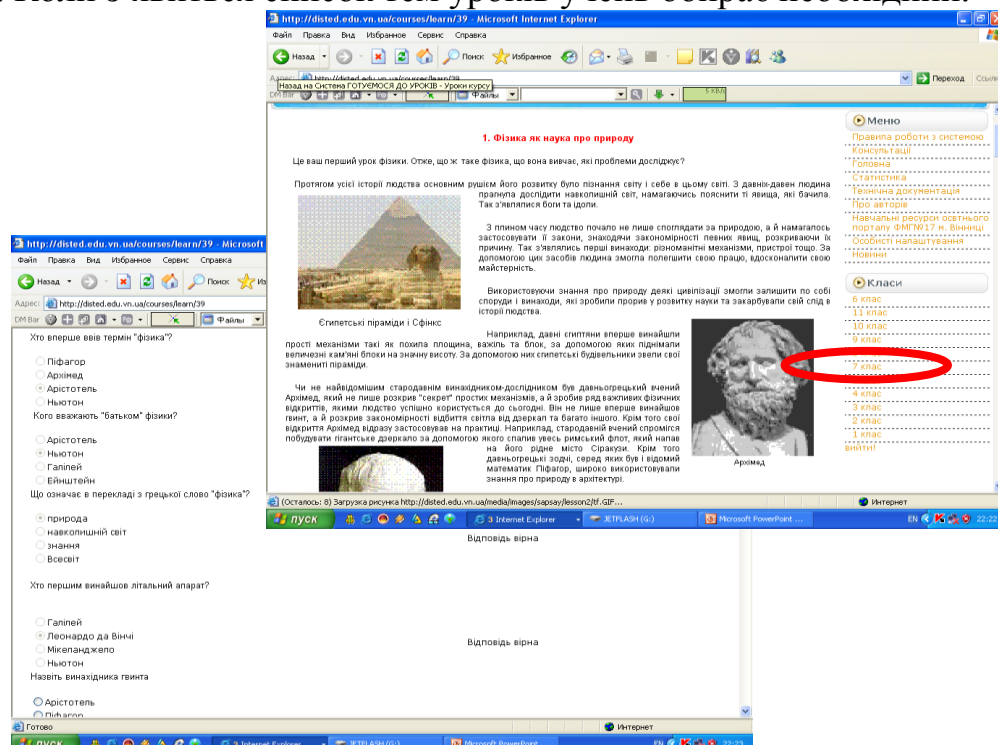


Рис. 3.17. Фрагмент сторінки з навчальними матеріалами з фізики для 7 класу

Послідовно опрацьовує теоретичний матеріал та дає відповіді на запитання (рис. 3.17-3.18). При натисканні на посилання «Завершити урок» на екрані монітора учень може побачити оцінку (відсоток матеріалу), який зарахований

як опрацьований.

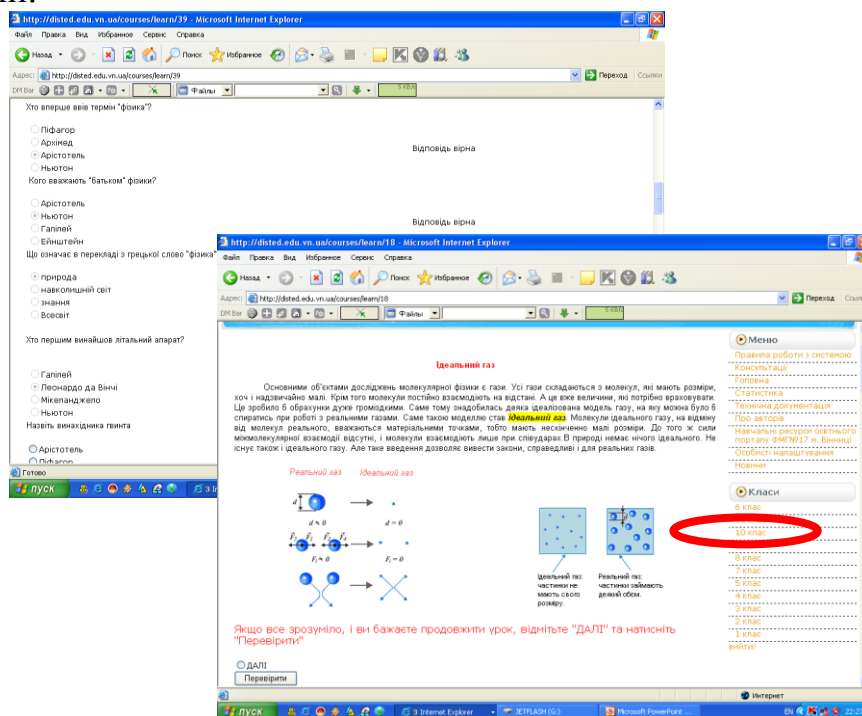


Рис. 3.18. Фрагмент сторінки з навчальними матеріалами з фізики для 10 класу

У разі коли результат не задовольняє учня, він може повторно проходити вивчення питань уроку. При цьому буде фіксуватись нове звернення до навчальної програми. У електронному журналі учитель може простежити динаміку опрацювання учнем навчальних матеріалів, перевірити кількість звернень учнів, час та результати досягнень при виконанні завдань до уроку (рис.3.19).

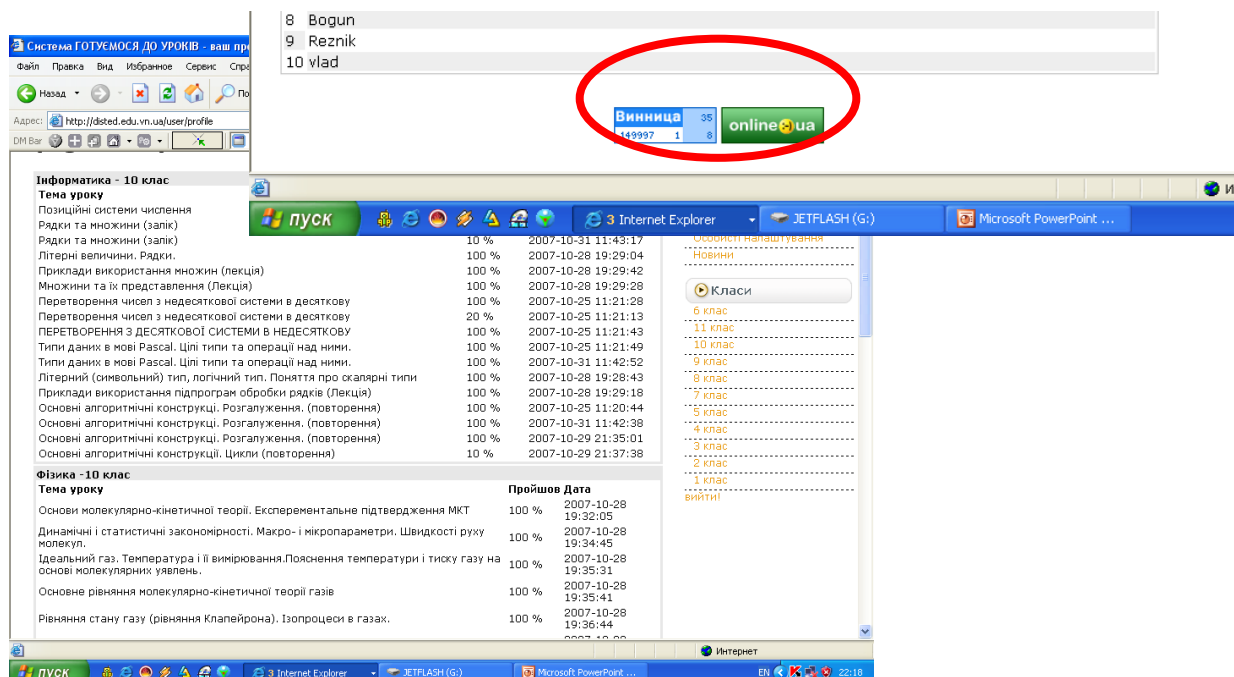


Рис. 3.19. Фрагмент сторінки, яка містить інформацію про час, тривалість та ефективність вивчення учнем кожної теми.

Отримана інформація про роботу учня дозволяє учителю прослідкувати індивідуальну освітню траєкторію руху учня у засвоєнні знань та внести зміни і доповнення або її корекцію. Таким чином вибудовується зворотній зв'язок учителя з учнями, що дає можливість здійснення індивідуалізації та диференційованого підходу до навчання. Для прикладу розглянемо розроблений нами для дистанційного вивчення курс квантової фізики в рамках шкільної програми. Як відомо даний розділ вивчається в курсі фізики 11 класу.

Тому учень звертається до відповідного посилання (Фізика, 11 клас), де вибирає відповідну тему для опрацювання (рис.3.20).

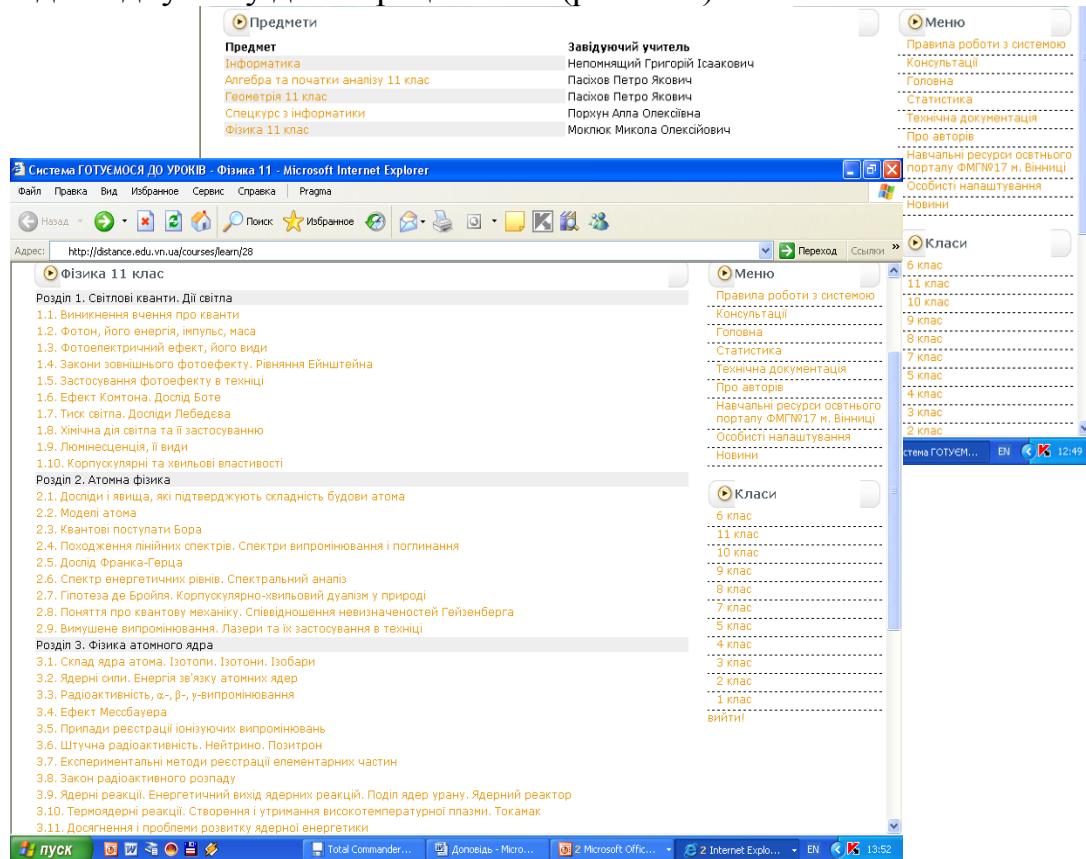


Рис. 3.20. Фрагмент сторінки з переліком тем, які підлягають вивченню

Весь навчальний матеріал подано у вигляді слайд-презентацій теоретичного матеріалу, котрі містять текстові пояснення, графічні об'єкти, відеозаписи експериментів, демонстраційні комп'ютерні моделі тощо (рис. 3.21).

З метою полегшення засвоєння та забезпечення міцності знань теоретичний матеріал теми скомпонований у вигляді взаємопов'язаних блоків, які логічно пов'язані між собою. При цьому вони несуть суттєве навантаження з формування основних понять і законів відповідного розділу фізики.

Важливо те, що комп'ютерна навчальна програма містить відеозапис фізичного експерименту, який згідно методичних канонів є основою засвоєння фізичного явища чи процесу.

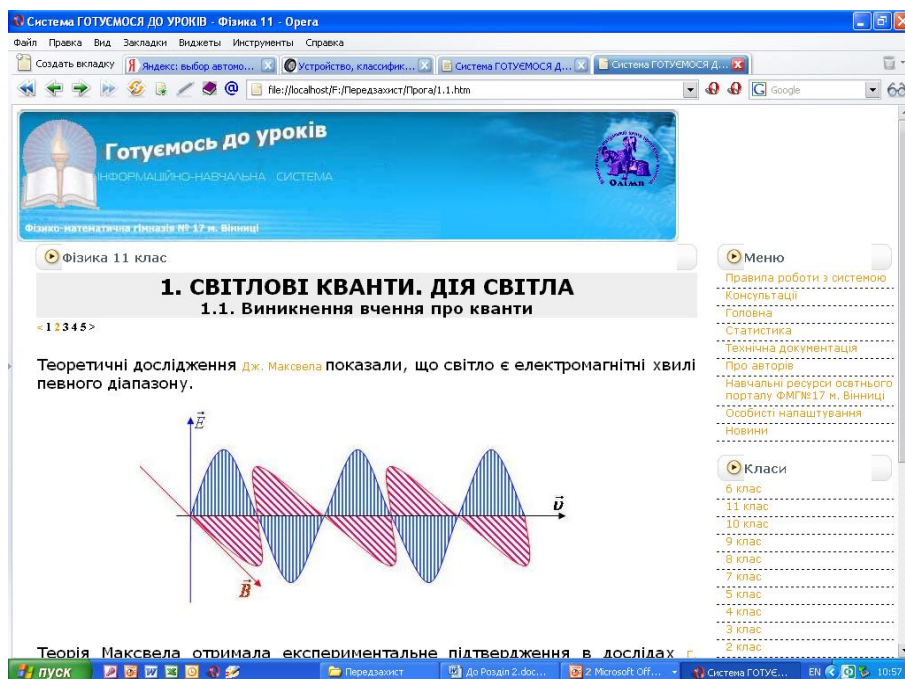


Рис. 3.21. Фрагмент сторінки з навчальними матеріалами для вивчення теми «Виникнення вчення про кванти»

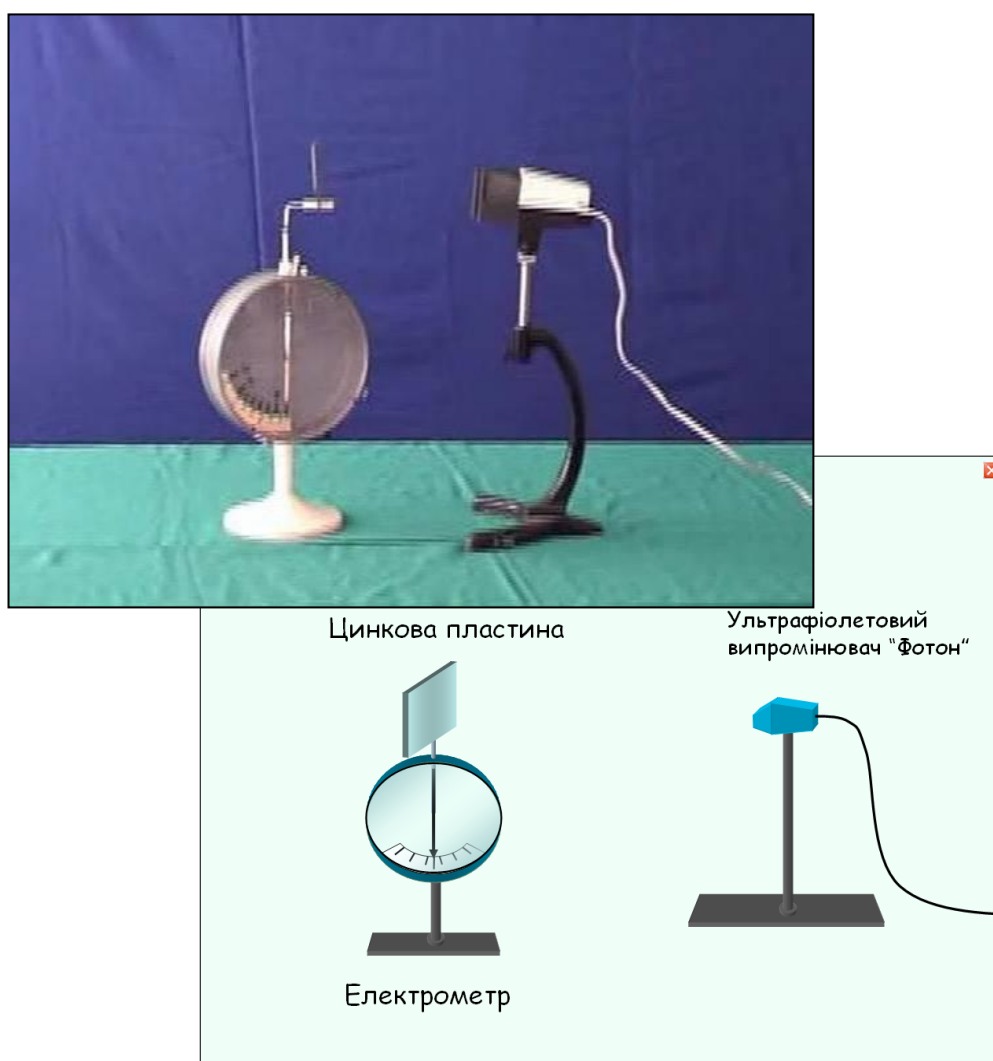


Рис. 3.22. Фрагмент відеоексперименту явища зовнішнього фотоефекту та його комп'ютерної моделі

В програмі це передбачено - після натискання клавіші учень має можливість переглянути відзнятий на відео демонстраційний експеримент, який згідно програми є обов'язковим для постановки учителем на уроці: однак в силу об'єктивних обставин не кожен з учителів має відповідне обладнання для таких демонстрацій. В нашому дослідженні запропоновано на базі такого експерименту створення демонстраційних комп'ютерних моделей (ДКМ) [54], які дозволяють в повній мірі розкрити фізичні основи і суть явища, яке розглядається (рис.3.22). Важливо, що в залежності від психологічних особливостей учня у останнього є можливість повторних переглядів як відеозапису так і ДКМ до повного усвідомлення фізичних понять.

Таке поєднання теоретичного матеріалу, відео демонстрацій та ДКМ акцентує увагу учнів на особливостях, тонкощах перебігу фізичних явищ і процесів, які не завжди можна помітити в реальному експерименті у зв'язку, наприклад, із їх швидкоплинністю або довготривалістю. Зокрема ДКМ передбачає стоп-кадр, уповільнення, пришвидшення тощо, побудову графічних залежностей при одночасному спостереженні власне за проявом фізичних явищ.

Зрозуміло, що в мислительній діяльності учня по осмисленню навчального матеріалу таким чином залучається більша кількість аналізаторів як стверджують психологи.

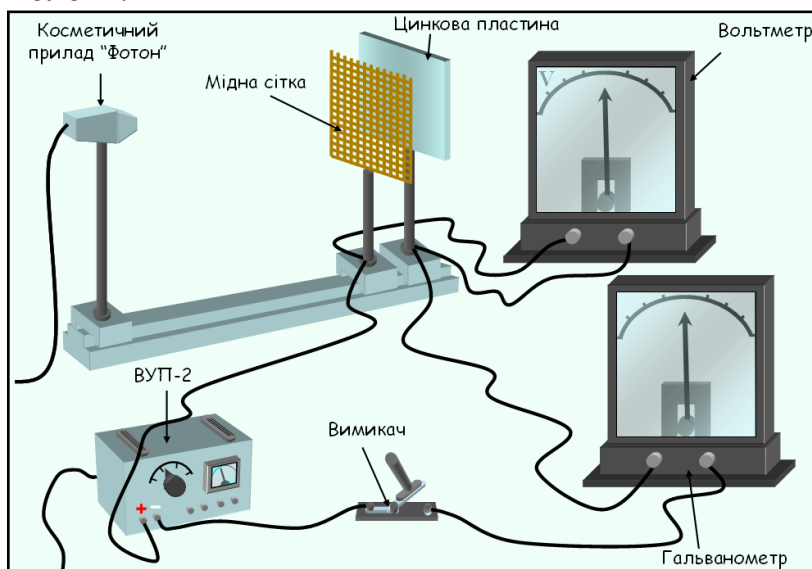


Рис. 3.23. Відеофрагмент моделі досліду О.Г. Столетова

Перегляд учнями поданих в навчально-методичному комплексі ДКМ (рис.3.23-3.24) фізичних явищ, процесів, які створенні на базі відеозапису реального експерименту дозволяє залучити учня до процесу пізнання, як філософської категорії, продовжити формування спостережливості, уміння аналізувати фізичне явище, висувати гіпотезу тощо.

Така організація навчання викликає інтерес до фізики та забезпечує в цілому формування у свідомості учня сучасної фізичної картини світу.

З метою формування умінь та навичок застосування знань на практиці учень може звернутись до блоку, в якому даються методичні поради та наведені приклади розв'язування типових задач з відповідної теми.

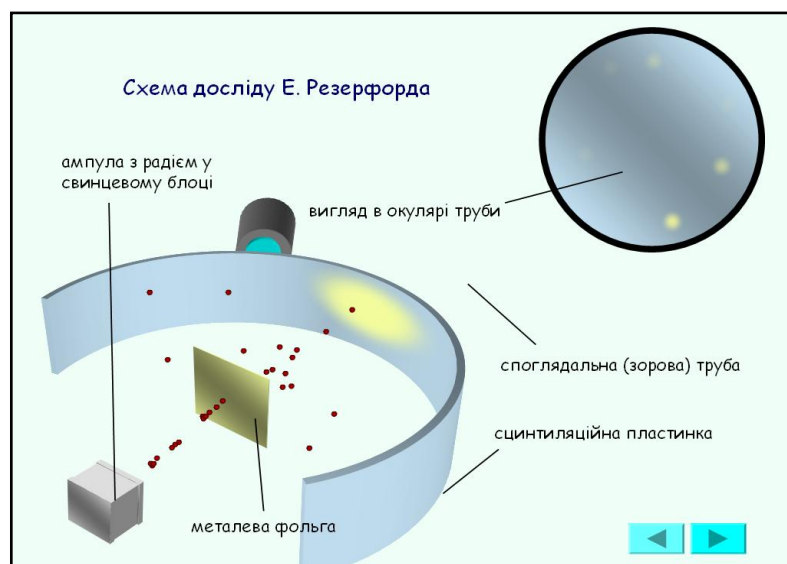


Рис. 3.24. Відеофрагмент моделі досліду Е. Резерфорда

Як приклад наведемо одну із задач (рис.3.25).

Методичні вказівки для розв'язування задач розділу "Світлові кванти. Дії світла"

Задачі на світлові кванти, як правило, зводяться до визначення основних характеристик фотонів та їх кількості.

Під час розв'язування задач на фотоелектричний ефект треба записати рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоелектричного ефекту, виходячи з умов задачі, дописати рівняння, яких не вистачає. Після цього розв'язати одержане рівняння (систему рівнянь), виконати обчислення і оцінити результат

26

Задача 1.
До якого виду слід віднести промені, енергія фотонів яких дорівнює $4 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Дано:
 $\epsilon = 4 \cdot 10^{-19}$ Дж

Енергія одного фотона: $E_\gamma = h\nu$ (1)

Зв'язок довжини хвилі і частоти: $\nu = \frac{c}{\lambda}$ (2)

де h і c відповідно – постійна Планка і швидкість світла у вакуумі

З (1) і (2) знаходимо шукану величину: $\lambda = \frac{hc}{\epsilon}$

Перевірка одиниць вимірювання (розмірності) фізичних величин: $[\lambda] = \left[\frac{hc}{\epsilon} \right] = \left[\frac{h[c]}{[E]} \right] = \frac{(\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot \text{м/с}}{\text{Дж}} = \text{м}$

Розрахунок числового значення дає результат: $\lambda \approx 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

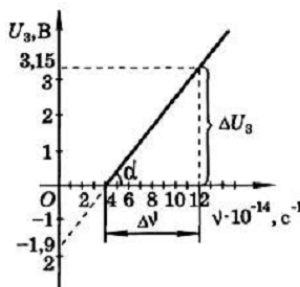
Порівнявши з табличним значенням робимо висновок, що дані промені є світловими

Розв'язати задачу
27

Рис.3.25. Методичні вказівки та приклади розв'язування задач

На ньому наведена повна картинка – вигляд екрана монітора після розв'язку. Реально на екрані з'являються елементи розв'язку задачі покроково (рис.3.26), які учень може переглянути їх самостійно. Передбачено, як і у будь-якій навчальній програмі, повернення у разі необхідності на крок назад. У подальшому такий запис відіграє роль взірця, згідно якого учень репродукує наступні типові задачі, передбачені в програмі для самостійного розв'язування. Завершальним етапом розв'язання цієї групи задач є введення отриманої відповіді, яку комп'ютер порівнює із заданою в програмі. У випадку правильного результату учень автоматично отримує право переходити до розв'язування наступної задачі, у противному отримує відповідні вказівки та поради з приводу подальших дій – чи то опрацювання теоретичного матеріалу, чи повторний розгляд прикладів розв'язування задач, чи необхідність проведення повторних підрахунків тощо.

Задача №1. Експериментально одержано графік залежності затримуючої різниці потенціалів від частоти падаючого світла для вакуумного фотоелемента. За графіком визначити сталу Планка h .



Відповідь:
 $h =$ Дж*с.

Рис. 3.26. Фрагмент сторінки з задачами для самостійного розв'язування

До контенту блоку підібрані різнопланові задачі – розрахункові, графічні, якісні, розв'язання яких спрямоване на формування умінь і навичок застосування знань на практиці. Слід зауважити, що сучасному стану властиве використання у навчальному процесі так званих віртуальних лабораторних робіт [54]. В цілому поділяючи цю думку на етапі підготовки учня до виконання лабораторної роботи, переконані в потребі формування практичних умінь роботи з приладами і обладнанням в реальному часі, на лабораторному устаткуванні, що є в фізичному кабінеті.

Як і в звичайному навчальному процесі, заключним і важливим є етап контролю та корекції знань. З електронного журналу учитель отримує інформацію про те, скільки разів учень звертався та працював (ознайомлювався) з конкретним практичним матеріалом теми, який час продовжувалась робота. Така інформація дає змогу учителю переконатися у правильності вибору рівня подання теоретичного матеріалу, запропонованих завдань. В разі потреби для самостійної роботи їх можна змінити враховуючи індивідуальні особливості учнів. Кращим варіантом побудови навчальної програми є такий, у якому учитель може відразу запропонувати різнорівневі завдання.

Для проведення самоконтролю у навчально-методичному комплексі учневі надається можливість визначити рівень власних навчальних досягнень шляхом комп'ютерного тестування (рис.3.27). Результати такої самооцінки знань дозволять у відповідності до встановлених критеріїв рекомендувати учневі продовжувати вивчення теми далі або повернутись до розгляду даного питання (звернутись до теоретичного матеріалу або практичних завдань).

Варто зазначити, що запропонований нами навчально-методичний комплекс є програмним продуктом відкритого типу. Це є його значною перевагою зокрема і над розробками «Фізика. 7-11 клас» (Квазар Мікро), адже учитель самостійно може внести відповідні зміни, корекції, доповнити новими сучасними даними, скомпонувати урок згідно своїх міркувань і побажань, які ґрунтуються на психологічних та вікових особливостях учнів відповідного класу.

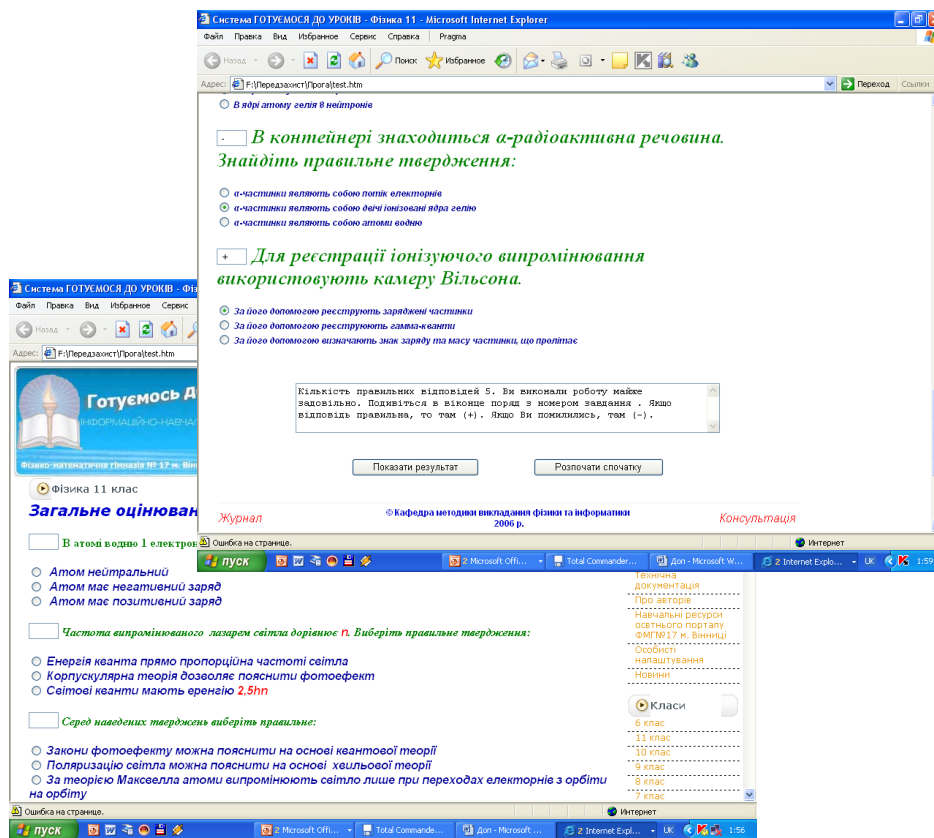


Рис. 3.27. Фрагмент сторінки з тестовими завданнями

Як уже зазначалось запропонований навчально-методичний комплекс [55] виставлений на сайті Вінницького міського центру дистанційної освіти пройшов експериментальну перевірку в системі локальної мережі (учень працює з матеріалами в класі) і фрагментарно у глобальній мережі, для шкіл міста Вінниця та Вінницької області.

Це надало можливість учням шкіл, де фізику вивчають за програмами рівня А і В, приєднатись (у зв'язку з власним інтересом) до її вивчення на більш високому рівні, за програмами фізико-математичних шкіл.

Запропонована методика використання елементів дистанційних технологій навчання відповідає принципам побудови власне дистанційного навчання:

- гнучкості. Учень займається вивченням теми в зручний для себе час та в найсприятливішому місці – комп'ютерний клас, дома, бібліотека тощо.
- модульності. В основу навчальної програми закладений модульний (блочний) принцип. Кожна тема, розділ розбиті на окремі мислено пов'язані та педагогічно обґрунтовані порції, робота над яким забезпечує необхідні знання теми (розділу) певної вікової групи. Компоновка блоків відповідає змісту предметної області дисципліни.
- паралельності. Вивчення учень може здійснювати в індивідуальному варіанті, незалежно вивчаючи дисципліну в школі.
- дальності. За наявності чіткого зв'язку учень може проводити навчання поза межами шкільного закладу освіти.
- асинхронності. Учень та учитель (тьютор) працюють у зручному для кожного режимі.
- масовості. Кількість учнів, які можуть скористатися навчальною

програмою, не обмежена.

- рентабельності. Затрати на навчання одного учня за умови наявності розробки навчальної програми менші ніж при інших формах. При цьому ефективність та темп навчання (рівень навчальних досягнень учнів) зростає за рахунок залучення в процес більшої кількості аналізаторів (аудіо, відео, кінестетичних).

В цілому така форма отримання знань з використанням елементів дистанційних технологій зорієнтована на споживача – учня, котрий за всіма є психолого-фізіологічними ознаками є індивідуалом, а тому і навчальний процес має базуватись на індивідуалізованій основі з урахуванням наявних здібностей та можливостей розвитку особистості.

3.5. Методика організації позакласної роботи з фізики з використанням елементів дистанційних технологій

Позакласна робота є продовженням і доповненням особистих форм роботи учнів на уроці і базується на тих дидактичних принципах, що і навчальна. Головними з них є принципи доступності, науковості і систематичності, а також принципи розвивального і виховного навчання.

Серед основних форм позакласної роботи учнів виділяють наведені нижче в таблиці 3.4 [57].

Таблиця 3.4

<i>Індивідуальні</i>	<i>Групові</i>	<i>Масові</i>
Завдання окремим учням: удосконалення і конструювання приладів; розробка оригінальних варіантів дослідів і демонстрацій; проведення дослідів з елементами дослідження; розв'язування експериментальних олімпіадних задач; підготовка повідомлень, доповідей	1. Гуртки: фізичний; фізико-технічний; радіотехнічний; моделювання і конструювання; розв'язування задач підвищеної складності. 2. Секції наукових товариств учнів: експериментаторів, теоретиків; творчих груп	1. Вечори фізики і техніки. 2. Тиждні і декади фізики. 3. Фізичний лекторій (усні журнали). 4. Олімпіади. 5. Конкурси (фізичні КВН)

1. *Індивідуальна* – мета якої керівництво дитячою творчістю - конструюванням, виготовленням моделей і приладів; робота учнями – лаборантами з підготовки демонстраційних і лабораторних дослідів, обладнання фізичних кабінетів; допомога в розв'язку задач підвищеної складності; керівництво домашніми експериментами і дослідницькою роботою учнів тощо.

2. *Групова* – систематична робота, яка проводиться з невеликим колективом учнів і направлена на задоволення певних дитячих інтересів, набуття певних знань, практичних умінь.

3. *Масова* – епізодична робота, яка проводиться з великим дитячим

колективом.

Позакласна робота із старшими школярами має велике освітнє і виховне значення. Вона сприяє:

- розширенню і поглибленню знань;
- підвищенню виховної дії всіх форм позакласної роботи;
- всебічному розвитку особистості учня;
- розвитку пізнавальної і творчої активності учнів;
- розвитку схильностей;
- підсиленню практичної спрямованості знань;
- здійсненню індивідуалізацій і диференціацій в роботі з учнями;
- залученню учнів до суспільно корисної праці.

Позакласна робота - складова частина навчально-виховної роботи, вона вимагає постановки цілей (загальних і конкретних), визначення завдань, планування, обліку і аналізу результатів діяльності. При плануванні і проведенні позакласної роботи з фізики, за винятком інтересів і прагнень учнів, вчитель приймає до уваги і власні інтереси і можливості, оскільки керівництво позакласною роботою вимагає захопленості і високої кваліфікації. При плануванні, організації і проведенні позакласної роботи доцільно використовувати сучасні інформаційні-комунікаційні технології.

Однією з ефективних форм практичної реалізації пріоритетних завдань пошуку, навчання та виховання інтелектуально обдарованої молоді є проведення олімпіад з різних навчальних предметів. Перші олімпіади в Україні почали проводитись ще в 1935 році і набули великого поширення й масовості – проводяться шкільні, районні, обласні олімпіади, а з 1964 року – республіканські олімпіади, переможці яких є постійними учасниками різних фізичних олімпіад.

За досить довгий час існування олімпіад склалися певні традиції та технології, що на тлі загального позитивного спрямування мають і певні недоліки:

- *Кількісні квоти.* Через обмеження кількості учасників на різних рівнях поза олімпіадами залишається значна кількість талановитих дітей.
- *Корпоративна зацікавленість в перемозі.* Результати олімпіад розглядаються керівниками освіти різних рівнів як показник роботи низових підрозділів, що приводить до частого втручання чиновників в механізми визначення переможців, що є недопустимим.
- *Повільне розповсюдження творчих здобутків олімпіад* та обмежене коло тих, хто може з ними ознайомитись.

Для усунення цих недоліків поряд з традиційними формами проведення інтелектуальних змагань школярів доцільно проводити олімпіади з різних навчальних предметів з використанням можливостей мережі Інтернет.

При цьому:

- коло учасників не регламентується, що надає право взяти участь в олімпіаді всім тим учням, що мають на те бажання;
- відпадає необхідність збирати в одному місці велику кількість учасників, що помітно зберігає кошти організаторам;

- матеріали олімпіад практично відразу після завершення стають надбанням всіх зацікавлених;
- можливий довготривалий термін заочних турів мережних олімпіад дозволяє пропонувати учасникам завдання пошуково-дослідницького характеру, що є вкрай корисним і практично не може бути реалізованим при традиційних технологіях проведення Всеукраїнських олімпіад школярів;
- до проведення олімпіад можуть залучатися фахівці з різних регіонів без відрядження;
- проведення олімпіад школярів з використанням можливостей мережі буде стимулювати поширення Інтернету в загальноосвітніх школах України, що є вкрай бажаним.

На сьогодні в світі існує певний досвід проведення інтелектуальних змагань з використанням можливостей мережі, зокрема олімпіад школярів та студентів. Але Україна представлена на них дуже незначним числом учасників (рис.3.28).

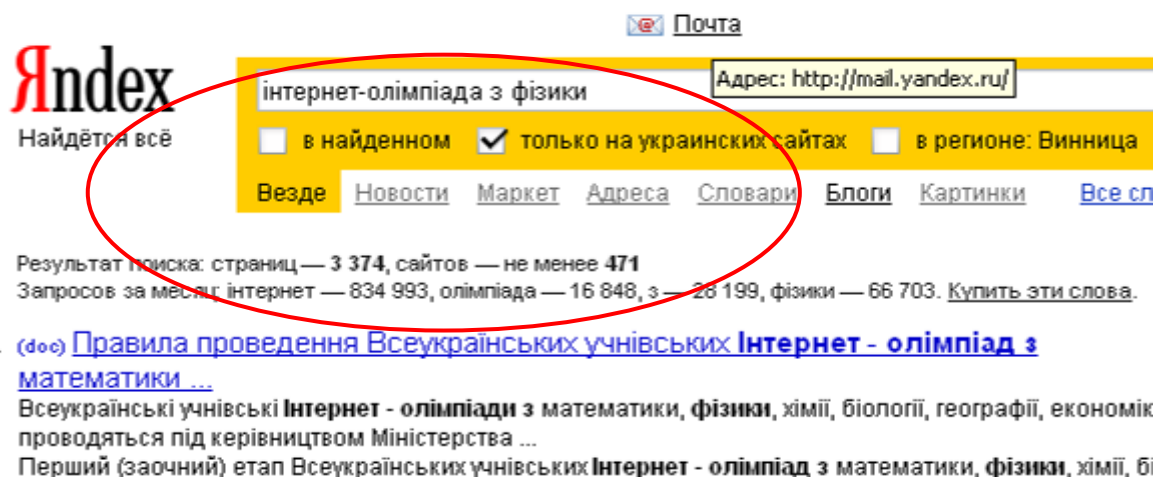


Рис.3.28. Вигляд вікна пошукової системи на запит «Інтернет-олімпіада з фізики».

Вірогідні причини малої кількості учасників з України - вкрай недостатні можливості шкіл по організації доступу в Інтернет, відсутність їх україномовної (або хоча б російськомовної) підтримки та відсутність в Україні центрів проведення власних мережних олімпіад.

Ліквідувати ці прогалини і призвана задумана та реалізована при фінансовій підтримці фонду “Відродження” ідея створення Всеукраїнського віртуального центру проведення олімпіад школярів з використанням можливостей Інтернету.

Технічно центр проведення олімпіад базується на вузлі Інтернету pmg17.vstu.vinnica.ua (рис.3.29), що створений в фізико-математичній гімназії №17 м.Вінниці в листопаді 1996 року.

На той час це був перший в Україні вузол мережі (Internet-host) в середньому закладі освіти. Сьогодні на вузлі розгорнуті всі основні служби та сервіси Інтернету, він повністю обслуговується силами викладачів гімназії та гімназистами. Для створення веб-сервера олімпіад був зареєстрований

спеціальний домен olymp.vinnica.ua. Крім проведення олімпіад на сервері центру розміщені також повні архіви Всеукраїнських олімпіад з фізики та інформатики за всі роки їх проведення, доступ до них забезпечено за протоколами http та ftp.

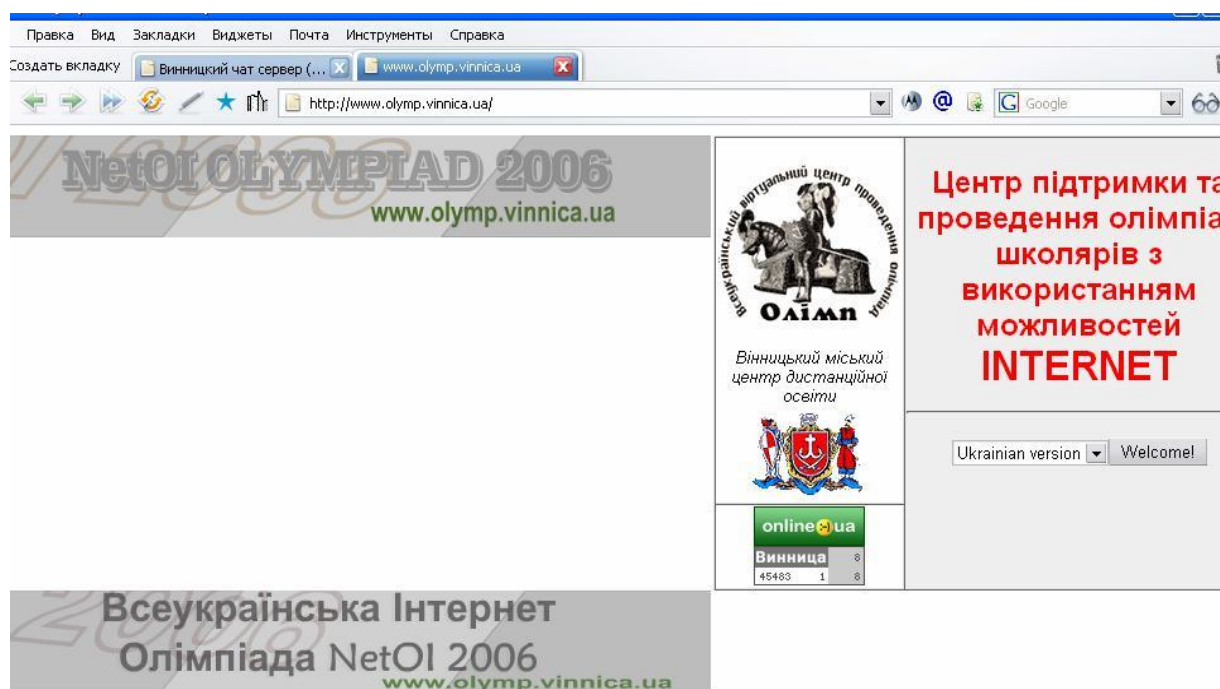


Рис.3.29. Технічно центр проведення інтернет-олімпіад ФМГ №17 м.Вінниці.

В процесі створення центру проведення олімпіад було розроблено, з врахуванням існуючого світового досвіду, наступні схеми проведення олімпіад школярів по мережі:

- *Off-line олімпіада*

Оголошення про проведення олімпіади з використанням можливостей Інтернет (повідомлення в телеконференції, списки розсилання, розміщення інформації на WWW-сервері) та оголошення в педагогічній пресі України. Реєстрація учасників в off-line та on-line режимах. Створення списку розсилання для отримання учасниками завдань олімпіади.

Олімпіада містить кілька турів різного рівня з нарощуванням складності. На розв'язування завдань учасникам відводиться певний термін. Розв'язки надсилаються за єдиною адресою, звідки автоматично потрапляють до всіх залучених членів журі. Результати перевірки та коментарі членів журі надсилаються учасникам та розміщуються на www-сервері

- *On-line олімпіада*

Оголошення про проведення олімпіади з використанням можливостей Інтернет (повідомлення в телеконференції, списки розсилання, розміщення інформації на WWW-сервері) та оголошення в педагогічній пресі України. В обумовлений час учасники в on-line режимі зв'язуються з www-сервером олімпіади та на протязі певного проміжку часу виконують завдання, результати роботи заносять у відповідні форми на сервері олімпіади в інтерактивному режимі (для цього потрібне спеціально розроблене програмне забезпечення

сервера). Отримані розв'язки розсилаються електронною поштою членам журі для перевірки. Результати перевірки та коментарі членів журі розміщуються на www-сервері.

Можливий варіант проведення олімпіади в інтерактивному режимі із створенням IRC каналу.

- *Фінальна частина олімпіади*

У випадку наявності коштів доцільно завершувати олімпіаду з використанням можливостей Інтернет очним туром, до участі в якому запросити учасників, що показали кращі результати в мережних турах.

Кінцеву мету автори ідеї створення центру вбачали в тому, щоб

1) на базі існуючих технічних можливостей (в гімназії близько 2-х років діє повнофункціональний вузол мережі Internet pmg17.vstu.vinnica.ua) створити постійно діючі спеціалізовані www-сервер, ftp-сервер та mail-сервер, які забезпечать проведення олімпіад школярів з фізики та інформатики як по електронній пошті, так і в режимі реального часу (online) та інформаційну підтримку олімпіад школярів (в тому числі і тих, що проводяться за традиційними технологіями);

2) проводити кожного навчального року в декілька турів олімпіаду з фізики та інформатики;

3) започаткувати списки розсилання та телеконференцію з проблеми організації та проведення олімпіад школярів з фізики та інформатики;

4) залучити до організації та проведення олімпіад кращих фахівців, які мешкають в різних регіонах країни, та створити віртуальний "Центр інтелектуального розвитку школярів України в галузі точних наук".

З 2002 року Інтернет олімпіади з різних предметів отримали офіційний статус Міністерства освіти і науки України. Право проведення Всеукраїнських учнівських Інтернет-олімпіад з математики, фізики, хімії, біології, географії під керівництвом Міністерства освіти і науки України отримав Одеський обласний інститут удосконалення вчителів. Підготовку і проведення змагань здійснює базовий оргкомітет, затверджений Міністерством освіти і науки України.

В олімпіадах мають право брати участь учні загальноосвітніх та професійно-технічних навчальних закладів України. Поза конкурсом у змаганнях можуть брати участь усі бажаючі. Обов'язковою умовою участі є доступ до електронної пошти або повний доступ до мережі Інтернет.

Бажаючі взяти участь в олімпіадах повинні зареєструватись та отримати ідентифікаційний код.

Олімпіади проходять у два етапи. Перший етап (заочний) складається з двох турів. Завдання обох турів заочних етапів змагань розміщуються на сайті базового оргкомітету олімпіад [57]. Учасники олімпіад протягом указанного терміну електронною поштою відправляють свої розв'язки для перевірки на адресу базового оргкомітету: odessa-inst@farlep.net.

Перший (заочний) етап Всеукраїнських учнівських Інтернет-олімпіад з математики, фізики, хімії, біології, географії проходить з квітня по вересень поточного року:

Переможцям першого етапу, які допущені до участі в другому етапі

змагань, базовий оргкомітет надсилає відповідні повідомлення.

Другий етап змагань проводиться в очній формі. Кількість та персональний склад учасників другого етапу олімпіад визначається базовим оргкомітетом за погодженням з центральним оргкомітетом.

Другий (очний) етап змагань проходить у жовтні-листопаді місяці поточного року.

Інформація щодо точних термінів початку та закінчення турів змагань, структури конкурсних завдань тощо розміщується на сайті базового оргкомітету: <http://www.osvita.od.ua> (рис.3.30).

Завдання першого туру першого етапу змагань пропонуються для учнів 8, 9 та 10 класів. Учасникам наступних турів та етапів змагань пропонуються завдання відповідно для 9, 10 та 11 класів.

Одному учаснику дозволяється надіслати не більше одного розв'язку кожної задачі. Розв'язки завдань учасники електронною поштою повинні надіслати на адресу базового оргкомітету олімпіад: odessa-inst@farlep.net до початку наступного туру змагань.

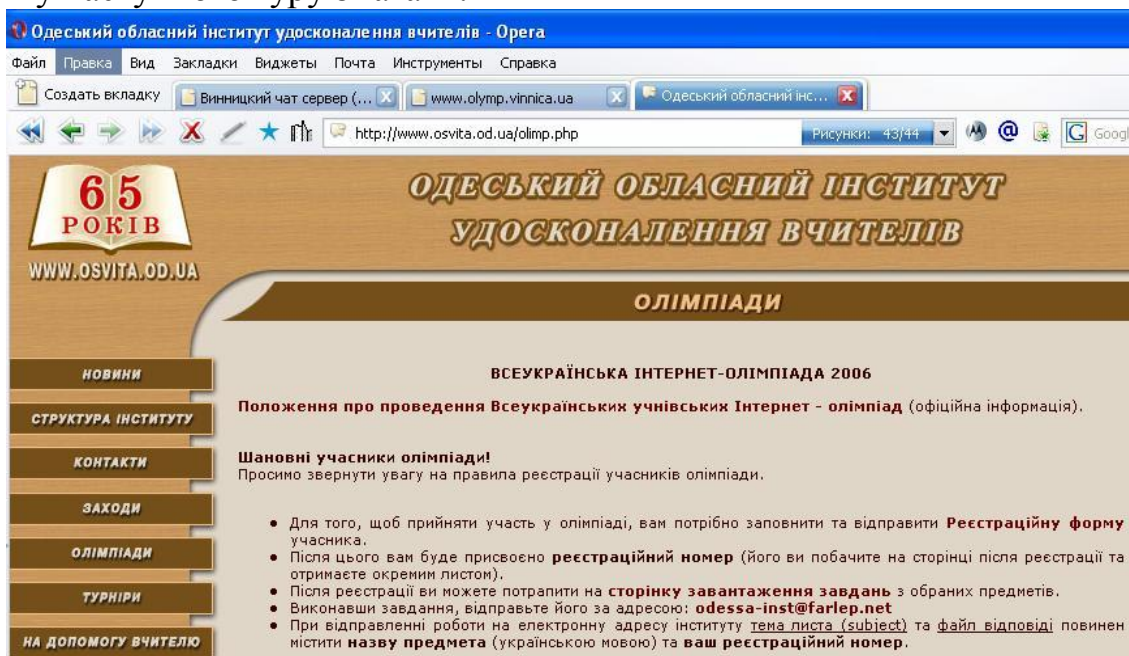


Рис.3.30. Сайт Одеського обласного інституту удосконалення вчителів.

Розв'язки завдань олімпіад повинні бути оформлені відповідно до умов, визначених базовим оргкомітетом, таким чином, що дає можливість надсилати їх електронною поштою.

Учасники змагань повинні надіслати розв'язки усіх розв'язаних ними задач відповідного туру *в одному листі*.

Отримані розв'язки базовий оргкомітет електронною поштою розсилає членам журі для перевірки. Результати перевірки та аналіз робіт учасників журі надсилає оргкомітету. Кожен учасник може після закінчення відповідного туру змагань на сайті базового оргкомітету ознайомитись зі своїми результатами виконання завдань.

Бажаючи взяти участь в олімпіадах повинні зареєструватися на сайті базового оргкомітету або відправити лист на адресу: odessa-inst@farlep.net . У

листі слід зазначити:

Визначення та нагородження переможців Інтернет-олімпіад здійснюється у відповідності до чинного Положення про проведення Всеукраїнських учнівських Інтернет-олімпіад з базових дисциплін.

Досвід проведення олімпіад переконує, що, як правило, найбільшого успіху в них досягають учні тих шкіл, де ведеться добре продумана індивідуальна робота з найбільш здібними та обдарованими дітьми, систематична і цілеспрямована підготовка до олімпіад. Вона полягає в тому, що в міру засвоєння тих чи інших тем з курсу фізики учням пропонують для розв'язання не лише типові, а й задачі олімпіадного характеру, які вимагають уміння застосовувати закони фізики в незнайомій ситуації, розвинутої фізичної інтуїції.

На основі аналізу психолого-педагогічної і науково-методичної літератури, ресурсів глобальної мережі Інтернет

- можна констатувати, що в освіті України питанням розвитку і впровадження дистанційного навчання приділяється належна увага.

Швидкими темпами розвивається його науково-методична база;

- визначено:

- ♦ доцільність використання під час навчання фізики з використанням елементів дистанційних технологій дидактичних принципів, які властиві для дистанційного навчання: гуманізації та гуманітаризації навчання; пріоритетності психолого-педагогічних, соціальних та санітарно-гігієнічних підходів до всіх аспектів використання дистанційних технологій; підготовленості особистості до навчання (принцип стартового рівня); модульного підходу; мобільності навчання (формування інформаційного середовища); активного зворотного зв'язку; вибору змісту освіти; застосування нових інформаційних технологій; неантагоністичності дистанційного навчання існуючим формам освіти; відповідності технологій до навчання; забезпечення захисту інформації;

- ♦ необхідність дотримання психологічних принципів, які впливають на якість навчання з використанням елементів дистанційних технологій: розробка навчально-методичних матеріалів, які базуються на психологічних закономірностях сприйняття, пам'яті, мислення, уваги, а також вікових особливостях учнів; інтерактивність дистанційного навчального курсу, яка має забезпечити учневі психологічний комфорт процесу навчання; розвиток здатності учня до самостійного здобуття та опанування навчального матеріалу.

Запропоновано методику використання елементів дистанційних технологій для вивчення фізики в загальноосвітніх початкових закладах: на різних етапах уроку, на уроках різного типу, для організації позакласної роботи та самостійної навчальної діяльності, здійснення контролю навчальних досягнень учнів. Методика роботи з дистанційним навчальним курсом апробована на базі on-line системи дистанційної підтримки навчання у школах, ліцєях і гімназіях України (<http://disted.edu.vn.ua>).

Список використаних джерел до розділу 3

1. Деревинка А.Ю. Принципы создания электронных учебников / А.Ю.Деревинка, М.Б.Кошелев, В.А.Семикин // Открытое образование. – 2001. - №4. – С.14-17.
2. Заболотний В.Ф. Методика вивчення розділу «Квантова фізика» на основі використання дистанційних технологій навчання / В.Ф.Заболотний, М.О.Моклюк. – Вінниця: ВДПУ, 2007. – 120 с.
3. Заика Е.В. Психологические вопросы организации самостоятельной работы студентов в вузах. Уч. Пособие / Е.В.Заика – Х.: 169ом-во ХГУ, 1991. – 71 с.
4. Ковальчук Г.О. Методологічні аспекти оптимізації навчального процесу / Г.О.Ковальчук. – К., 2002. – 230 с.
5. Моклюк М.О. Дистанційні технології вивчення розділу «Квантова фізика» / М.О.Моклюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Випуск 36. Серія: Педагогічні науки. Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2006. - № 36. – Т. 1. - С. 111-114
6. Шуневич Б. Обґрунтування наукової термінології з дистанційного навчання / Б.Шуневич // Термінологія гуманітарних знань. - С. 95-104.
7. Ягупов В.В. Педагогіка: навч. посібник / В.В.Ягупов. – К.: Либідь, 2002. – 560 с.
8. Полат Е.С. Педагогические технологии дистанционного обучения / Е.С.Полат. - <http://www.ioso.ru/distant>
9. Полат Е.С. Теория и практика дистанционного обучения / Е.С.Полат // Информатика и образование. – 2001. - №5. – С. 37-42.
10. Любжин А. На пути к дистанционной педагогике / А.Любжин // Высшее образование в России. – 2003. - №2. - С. 50-53.
11. Полат Е.С. Дистанционное образование / Е.С.Полат // Народное образование. - 2003. - №4. - С.115-118.
12. Полат Е.С. Дистанционное образование: учебное пособие для студентов / Е.С.Полат. – Москва: ВЛАДОС, 1999. - 198с.
13. Хуторский А.В. Современная дидактика: учебник для вузов / А.В.Хуторский. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 544 с.
14. Стефаненко П.В. Дистанционное образование в высшей школе: монография / П.В.Стефаненко. – ДОННТУ, 2002. – 400 с.
15. Корсак К.В. Три стадії розвитку дистанційної освіти / К.В.Корсак, В.Ю.Хаскін // Проблеми освіти: Наук.-метод. зб. - К, 2002.- Вип.28. - С. 17-27.
16. Корсак К.В. Умови успіху інноваційних методів у дистанційній освіті: зарубіжний досвід / К.В.Корсак, А.К.Похресник // Вісник НТУУ “КПІ”: 36. наук. праць. - К.: ІВУ “Політехніка”, 2001. - №3. - кн. 2. - С. 58-64.
17. Кошманова Т.С. Розвиток педагогічної освіти у США (1960–1998) / Т.С.Кошманова. – Львів: Світ, 1999. – 487 с.
18. Матеріали сайту Міжнародного науково-навчального Центру ЮНЕСКО. – Режим доступу: <http://www.dlab.kiev.ua>

19. Матеріали сайту Української системи дистанційного навчання. – Режим доступу: <http://www.udl.org.ua/7ua/>
20. Матеріали сайту Українського центру дистанційної освіти. – Режим доступу: <http://udesc.ntu-kpi.kiev.ua>
21. Матеріали сайту Проблемної лабораторії дистанційного навчання Національного технічного університету «ХНІ». – Режим доступу: <http://users.kpi.kharkov.ua/lre/>
22. Матеріали сайту Міжнародної академії управління персоналом. – Режим доступу: <http://www.users.lucky.net.ua/~iarpm/dayedu>
23. Лозева М. Філософія та дидактика / М.Лозева // Філософія. – Софія, 1998. – Т. 7. – № 1. – 300 с.
24. Закон України «Про освіту» // Освіта. – 1996. - № 43-44. – С. 6-11.
25. Заболотний В.Ф. Вивчення фізики в системі дистанційної освіти / В.Ф.Заболотний, М.О.Моклюк, М.І.Шут // Матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції «Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики». Укладачі Шут М. І. , Січкарь Т. Г. – К.: НПУ, 2004. – С. 23.
26. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні. – Київ: КІП, 2000. – 12 с.
27. Олійник В.В. Організаційно-педагогічні основи дистанційної освіти і навчання: Організаційно-педагогічне дослідження/ В.В.Олійник. - К.: ЦППО, 2001.- 36с
28. Демкин В.М. Дистанционное обучение и мультимедиа / В.Демкин, В.Вымятин, Г.Можаева, Г.Тарукина // Высшее образование в России. – 1998. - №4. – С.121-124.
29. Жулкевська В. Теоретико-методологічні основи дистанційного навчання / В.Жулкевська // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2002. - №4. – С.52-59.
30. Козубовська І.В. Дистанційне навчання в системі освіти: навчальний посібник / І.В. Козубовська, В.В. Сагарда, О.П. Пічкарь. – 2-ге видання, перероб., доп. – Ужгород, 2002. – 364 с.
31. Заболотний В.Ф. Можливості забезпечення організації діалогу в системі дистанційного навчання / В.Ф.Заболотний, М.О.Моклюк, М.І.Шут // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Випуск 30. Серія: Педагогічні науки. Збірник. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. - № 30. – С. 98-101.
32. Хуторский А.В. Виртуальное образование и русский космизм / А.В.Хуторский // EIDOS-LIST – 1999. – Вып. 1. - Режим доступу до журналу: <http://www.eidos.techno.ru/list/serv.htm>
33. Хуторский А.В. Интернет в школе: Практикум по дистанционному образованию / А.В.Хуторский. – М.: ИОСО РАО, 2000. – 304 с.
34. Хуторской А.В. Эвристическое обучение / А.В.Хуторский. – М.: МПА, 1998. – 266 с.
35. Кухаренко В.М. Дистанційне навчання: умови застосування. Дистанційний курс: навчальний посібник. 3-є вид. / В.М.Кухаренка, О.В.Рибалко, Н.Г.Сиротенко - Харків.: НТУ «ХПІ», «Торсінг», 2002. – 320 с.

36. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Е.И.Машбиц. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.
37. Заболотний В.Ф. Методика вивчення розділу «Квантова фізика» на основі використання дистанційних технологій навчання / В.Ф.Заболотний, М.О.Моклюк. – Вінниця: ВДПУ, 2007. – 120 с.
38. Шматко В.С. Система дистанційного навчання: особливості проектування та принципи побудови // Наук. вісник Київського коледжу зв'язку. - К., 2001. - Вип. I. - С. 90-95.
39. Заболотний В.Ф. Електронний підручник при дистанційному навчанні фізики / В.Ф.Заболотний, М.І.Шут, М.О.Моклюк // Наукові записки: Збірник наукових статей Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова / Укл. П.В. Дмитренко, Л.Л. Макаренко, В.Д. Сиротюк. – К.: НПУ, 2003. – Випуск LIII (53). – С. 228-232.
40. Блінов. Е.І. Оптимізація навчального процесу при дистанційному навчанні / Блінов Е.І. // Нові технології навчання. Наук.-метод. зб. - Київ, 2002. - Вип.33. - С.117-123.
41. Демкин В.М. Психоло-педагогические особенности дистанционного образования / В.Демкин, Т.Руденко, Н.Серкова // Высшее образование в России. – 2000. - №3. – С.124-128.
42. Толстик А.М. Проблемы и перспективы физического дистанционного образования / А.М.Толстик // Открытое образование. - 2002. - №5. - С. 42-47.
43. Теория и практика обучения физики в школе: Общие вопросы: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / [С.Е.Каменецкого, Н.С.Пурышевой и др.] – М., Издат. центр “Академия”, 2000. – 368 с.
44. Дистанционное обучение: Учебное пособие для студентов педвузов / Е.С.Полат, М.В.Моисеева, А.Е.Петров и др. – М.: ВЛАДОС, 1998. – 192 с.
45. Толстик А.М. Виртуальная лаборатория по общей физике / А.М.Толстик. - Томск: ИДОТГУ, 1999. - 190 с.
46. Толстик А.М. Дистанционное образование и компьютерное моделирование / А.М.Толстик // Открытое образование. - 2001. - №4. - С. 22-25.
47. Моклюк М.О. Використання дистанційних технологій навчання у викладанні фізики / М.О.Моклюк, В.Ф.Заболотний // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. пр. – Випуск 6 / Редкол.: І.А.Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2004. - С. 486-491.
48. Системы поддержки обучения. – Режим доступа: <http://www.dl.com.ua/rus/techno/lms.shtm> -
49. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Электронные издания. Основные виды и выходные сведения. ГОСТ 7.83 – 2001 – Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
50. Краснова Г.А. Технологии создания электронных обучающих средств / Г.А.Краснова, М.И.Беляев, А.В.Соловов. – М.: МГИУ, 2002. – 304 с.
51. Яхина Е.П. Педагогические основы разработки и использования

дидактического обеспечения дистанционного обучения: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Яхина Елена Петровна. - Новосибирск, 2004 - 166 с.

52. Кречетников К.Г. Особенности проектирования интерфейса средств обучения / К.Г.Кречетников // Информатика и образование. – 2002. - №4. – С. 65-73.

53. Моклюк М.О. Вивчення фізики на базі дистанційних технологій – один із проявів сучасного освітнього середовища / М.О.Моклюк // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 43. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. - С. 405-410.

54. Моклюк М.О. Використання дистанційних технологій навчання у викладанні фізики / М.О.Моклюк, В.Ф.Заболотний // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. пр. – Випуск 6 / Редкол.: І.А.Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2004. - С. 486-491.

55. Моклюк М.О. Дистанційні технології вивчення розділу «Квантова фізика» / М.О.Моклюк // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Випуск 36. Серія: Педагогічні науки. Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2006. - № 36. – Т. 1. - С. 111-114

56. Моклюк М.О. Етапи становлення і розвитку дистанційного навчання / М.О.Моклюк. Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. - Вип. 285. Педагогіка та психологія. - Чернівці: Рута, 2006. - С. 161-167.

57. Моклюк М.О. Особливості організації і проведення позакласної роботи учнів на прикладі Інтернет-олімпіад з фізики / М.О.Моклюк // Наукові записки. – Випуск 72. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2007. – Частина 2. - С. 199-204.

58. Моклюк М.О. Вивчення фізики в системі дистанційної освіти / Моклюк М.О., Заболотний В.Ф., Шут М.І. // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. – Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі. Зб. наукових праць. - Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2006. - №2. – С. 123-125.

4 РОЗДІЛ

МУЛЬТИМЕДІА ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ПРОСТОРОВОЇ УЯВИ ТА ФОРМУВАННЯ УМІНЬ УЧНІВ ВИКОНАННЯ ПОБУДОВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ СТЕРЕОМЕТРІЇ

4.1. Система вправ для розвитку просторової уяви

Для успішної діяльності у суспільному житті особистість повинна володіти певним прийомом математичної діяльності та готовності застосовувати її. Тому шкільна математична освіта відіграє важливу роль у загальному розвитку особистості. На думку А. Цукаря «розвиток просторової уяви є одним із основних завдань середньої школи. Без цього неможливе успішне вивчення геометричного матеріалу, особливо стереометричного, де постійно потрібне вміння «читати» зображення фігур, утримувати в зоровому полі відразу декілька об'єктів й оперувати ними» [14, с. 10]. А. І. Гібше стверджує, що «володіння просторовими уявленнями та наявність просторової уяви є одним із основних критеріїв освіченості учнів в області математики» [4]. Для ефективного формування просторових уявлень учнів та розвитку просторової уяви, логічного мислення під час вивчення стереометрії, доцільно використовувати демонстраційні комп'ютерні моделі (ДКМ) розроблені на основі прийомів створення образів просторових об'єктів, їх перетворення.

Розглянемо способи використання ДКМ досліджуваних об'єктів, створених за допомогою програмного середовища Power Point, для поетапного формування умінь учнів побудови стереометричних фігур, розвитку просторових уявлень та уяви учнів під час вивчення стереометрії. Застосування запропонованих ДКМ, які оформлені у вигляді послідовних слайдів, є ефективним засобом наочності, інструментом формування конструктивно-геометричних умінь учнів. Можливість подання геометричної фігури в динаміці, покрокова деталізація та візуалізація геометричних побудов, яку забезпечують ДКМ, сприяють успішному формуванню умінь та навичок учнів включати елементи фігур в нові зв'язки, кращому розумінню та засвоєнню навчального матеріалу. Використання запропонованих комп'ютерних моделей у структурі навчальної діяльності служить ефективним засобом її організації і керування, інструментом автоматизованого контролю, диференційованого підходу до навчання.

У наукових дослідженнях зазначається, що «однієї тільки наочності для ефективного засвоєння знань ще недостатньо. Під час роботи з наочністю в учнів виникають зорові образи, що, звичайно, багато чого говорять про досліджуваний предмет, але далеко не усе. Тут учні часто бувають тільки глядачами того, що показує вчитель. Активність учня досягає найвищої межі тоді, коли він сам що-небудь робить, коли в роботі бере участь не тільки голова, але і руки, коли відбувається всебічне (не тільки зорове) сприйняття матеріалу» [9, с. 106].

З метою інтенсифікації навчального процесу та для забезпечення розвитку

просторової уяви учнів під час вивчення стереометрії розроблена система вправ, яка реалізована у підготовленому друкованому робочому зошиті учня. Він уміщує покрокову деталізацію теоретичного матеріалу та задачі до кожного типу вправ з підготовленими рисунками. Побудована система різнорівневих завдань, дозволяє поступово спрямовувати та активізувати розумову діяльність учнів, усуває прогалини в знаннях та у разі потреби надає можливість внести необхідні уточнення, корекцію.

Завдання для формування знань, умінь і навичок побудови стереометричних фігур поділяємо на такі типи:

- завдання на встановлення зв'язку плоских та просторових фігур;
- завдання, що передбачають побудову зображень основних стереометричних фігур та вивчення їх елементів;
- завдання у відповідності до основних типів задач на побудову у стереометрії;
- репродуктивні завдання;
- завдання, пов'язані з життєвим досвідом учнів.

Кожен тип вправ супроводжується відповідними ДКМ, які базуються на поетапній подачі навчального матеріалу, що супроводжується відповідними анімаційними ефектами.

Основні характерні особливості системи вправ такі:

- навчальний матеріал передбачає приведення у логічний зв'язок отриманих учнями знань та формування нових понять;
- у вправах запропоновано ряд варіацій фігур, що розширюють геометричний кругозір учнів та сприяють накопиченню уявлень в області геометричних співвідношень;
- система вправ передбачає матеріал для застосування отриманих знань у нових заданих умовах та для розвитку навичок під час самостійної роботи;
- стосовно послідовності та наступності матеріалу, кожна вправа побудована таким чином, що нове геометричне співвідношення дається ізольовано, потім поступово ускладнюється у поєднанні з іншими, пов'язаними з ним співвідношеннями;
- підібрані вправи мають за мету надати достатню кількість наочних прикладів побудови зображень основних стереометричних фігур та їх перерізів (призми, піраміди, циліндра, конуса, кулі) і містить три типи задач на побудову: побудова точки перетину прямої і площини, лінії перетину двох площин, перерізу площиною;
- до кожного типу вправ запропоновано завдання на закріплення.

Вправи першого типу спрямовані на вивчення основного способу побудови зображень стереометричних фігур – паралельного проектування. Всім відоме явище утворення тіні предметів у сонячну погоду. Такий приклад неодмінно потрібно навести учням, використовуючи відповідну комп'ютерну модель (рис.4.1). Демонстрація фізичного прототипу паралельного проектування враховує поетапну візуалізацію процесу утворення паралельної проекції плоских фігур на площину. На ДКМ відповідними анімаційними

ефектами виділяється площина проекції та напрям проектування. Така модель дозволяє на прикладі ознайомити учнів з проекційним апаратом, встановлюючи аналогії між напрямком проектування і напрямком сонячного проміння, фігурою та проекцією фігури.

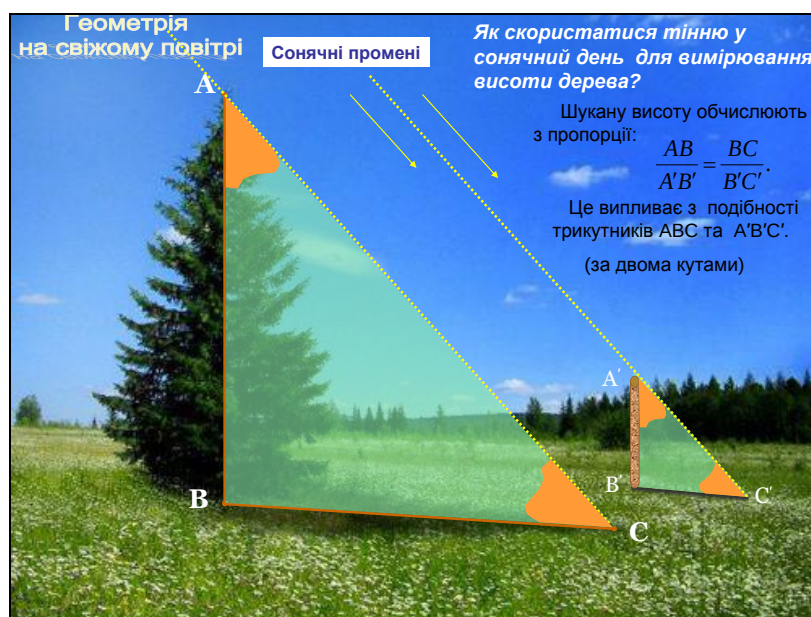


Рис.4.1. Комп'ютерна модель способу побудови зображень стереометричних фігур – паралельного проектування

Враховуючи те, що у найпростіших випадках каркаси просторових фігур складаються з плоских багатокутників та кіл, доцільно розглянути ДКМ які демонструють утворення проекції трикутника (рис.4.2), паралелограма, трапеції, правильного шестикутника, кола на площину. Корисними стануть вправи пов'язані із побудовою зображень плоских фігур у просторі (Додаток А1). За результатами роботи з такими вправами учні повинні дійти до наступних висновків:

- форма зображення фігури залежить від її розміщення відносно напрямку проектування та площини проекції;
- зображенням прямої може бути точка або пряма;
- зображенням прямих, що перетинаються та мимобіжних прямих – пряма, або прямі, що перетинаються;
- зображенням паралельних прямих – паралельні прямі, пряма або дві точки;
- зображенням площини – пряма або площина;
- зображенням правильного трикутника – відрізок, довільний трикутник, правильний трикутник, трикутник рівний оригіналу;
- зображенням круга – відрізок, еліпс, круг;
- зображенням квадрата – відрізок, паралелограм, квадрат, що дорівнює оригіналу.

Учням слід запропонувати завдання, які передбачають виявлення закономірностей зображення плоских та просторових фігур на площині. Вони

повинні зрозуміти, що плоске зображення фігури не може бути точною її копією, а іноді зображення не дає можливості уявити форму об'єкта.

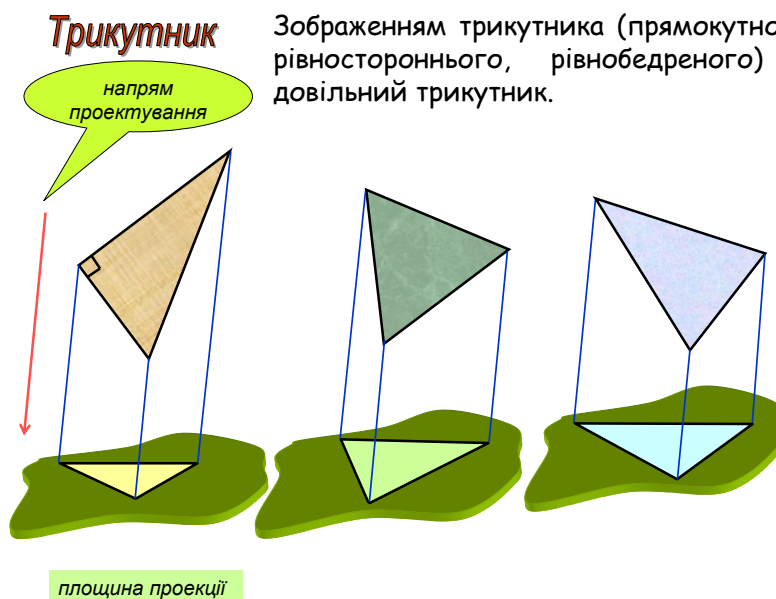


Рис.4.2. ДКМ утворення проєкції трикутника

Наприклад, квадрат може бути зображенням правильного чотирикутника, куба, правильної чотирикутної призми, правильної чотирикутної піраміди, циліндра з висотою, яка дорівнює його діаметру. Завдання цього типу необхідні для правильного усвідомлення форми зображуваної фігури, залежно від її розміщення відносно напрямку проектування та площини проєкції. Змінюючи площину проєкції, а також напрям проектування, можна отримати різні зображення однієї і тієї самої фігури. Таким чином ми здійснюємо мислений перехід від об'ємного (тривимірного) зображення до площинного (двовимірного) і навпаки, що сприяє створенню правильного образу геометричної фігури. Корисними є обернені вправи на оперування вже створеним образом. Так, наприклад, можна розглянути з учнями всі можливі проєкції стереометричних фігур при заданому напрямку проектування та площині проєкцій, здійснюючи просторові обертання тіла.

Такі вправи ефективно впливають на процес розпізнавання геометричних форм у просторі. На цьому етапі корисно пояснити учням, що не всі проєкції стереометричної фігури можна використовувати під час розв'язування стереометричних задач. В умовах педагогічного процесу відтворюють такі зображення, які є наочними і простими для виконання та проведення, при необхідності, додаткових побудов.

Перед розв'язуванням завдань наступного типу, доцільно ознайомити учнів з об'єктами навколишнього середовища, які мають форму фігур, що вивчаються. Геометрія має навчити учнів правильного сприймання навколишнього світу. Це основне положення, яким має керуватися вчитель під час проектування навчальної діяльності. Прийоми переходу від конкретних об'єктів навколишньої дійсності до абстрактних понять використані у відповідних демонстраційних моделях (рис.4.3).

На першому етапі відповідної ДКМ демонструють зображення об'єкта

навколишньої дійсності, на наступному кроці – появу каркасу абстрактної просторової фігури, наостанок відбувається переміщення та збільшення зображення стереометричної фігури.

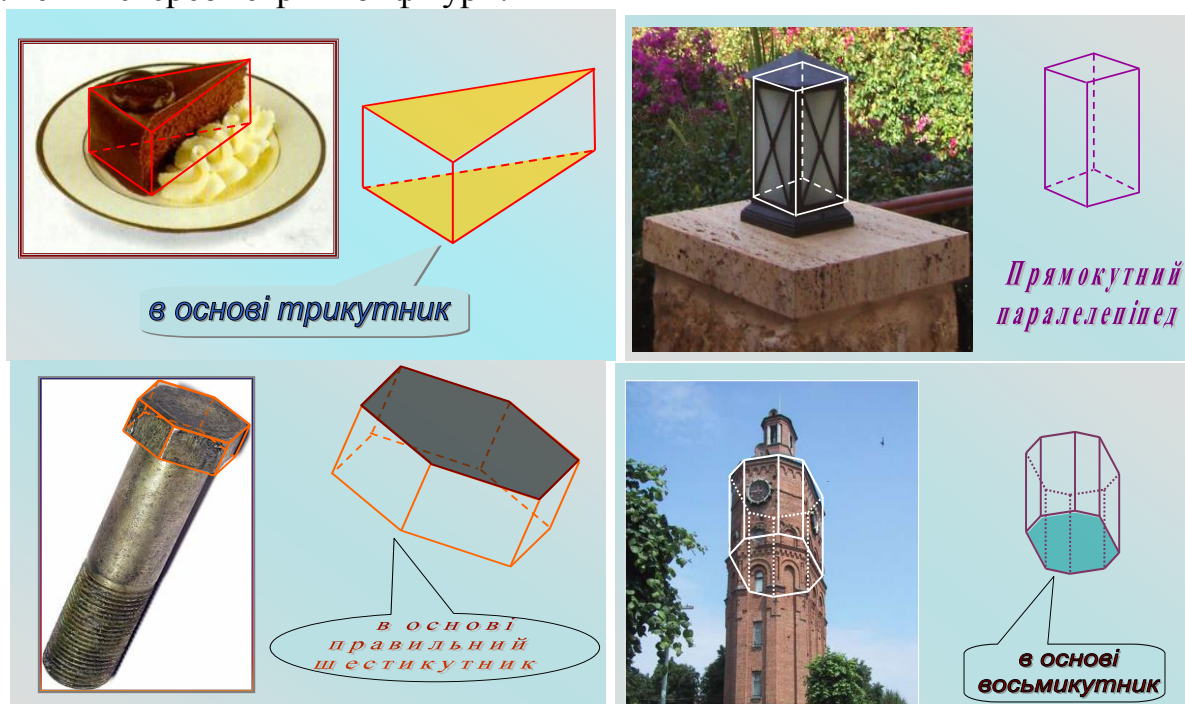


Рис.4.3. Слайди ДКМ «Призми у навколишньому середовищі».

Звертаючись до предметів реального простору, учні повинні навчитися співставляти кожній основній геометричній фігурі ряд її натуральних моделей. Все це сприяє накопиченню геометричного досвіду, спрощує процес перетворення конкретних образів у абстрактні поняття, що є базою для узагальнень при формуванні міцних і глибоких знань. У цьому плані є виграшними сюжетні задачі в яких всебічно вивчається певна конструкція чи фігура, зокрема, перерізи, симетрії, розгортки. Процес розв'язування такого роду задач виховує якості дослідника, конструктора, винахідника.

Головним «будівельним» матеріалом змісту стереометрії є поняття. А формування стереометричних понять – одна з найважливіших складових методики навчання стереометрії.

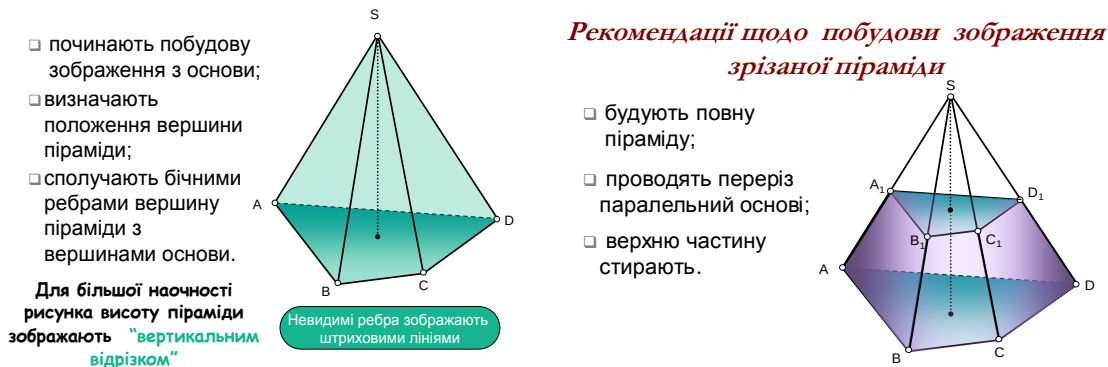


Рис.4.4. Слайди ДКМ конструктивних означень піраміди

В якості основних шляхів навчання учнів старшої школи побудови зображень стереометричних фігур можна виділити побудову зображень на

основі конструктивних означень (рис.4.4). Такий спосіб визначення понять надає можливість встановити залежність зображення фігури від правил її побудови. У цьому випадку просторова фігура може розглядатися як множина плоских фігур розміщених певним чином у просторі, що володіє заданими властивостями. Конструктивний напрям у математиці – намагання пов'язати твердження про існування математичних об'єктів з можливістю їхньої побудови. Подібні намагання цілком природні. Таким означенням слід надавати перевагу, оскільки конструктивна математична діяльність часто відповідає характеру майбутньої професійної діяльності учнів.

ДКМ означень стереометричних фігур передбачають появу основних елементів фігури в такому ж порядку, як учень будував би його у власному зошиті. Використовуючи демонстрацію, ми формуємо не тільки уявлення про фігуру, а і відповідні конструктивні компетенції учня через послідовну візуалізацію прийомів побудови її зображення.

Конструктивний підхід природно поєднується з конструюванням просторових фігур, дає змогу знаходити, а точніше «відкривати» загальні властивості окремих тіл. Формування такого виду діяльності як дослідження властивостей конструкцій, є одним з головних завдань викладання. Розвивальний характер конструктивного підходу невичерпний і сприяє практичній спрямованості геометрії. Розширюється клас фізичних тіл, які учні можуть моделювати, види геометричної діяльності учнів за рахунок поєднання, конструювання, пошуку симетрій тощо. В результаті такої діяльності розвиваються загальні розумові здібності, в тому числі – просторова уява.

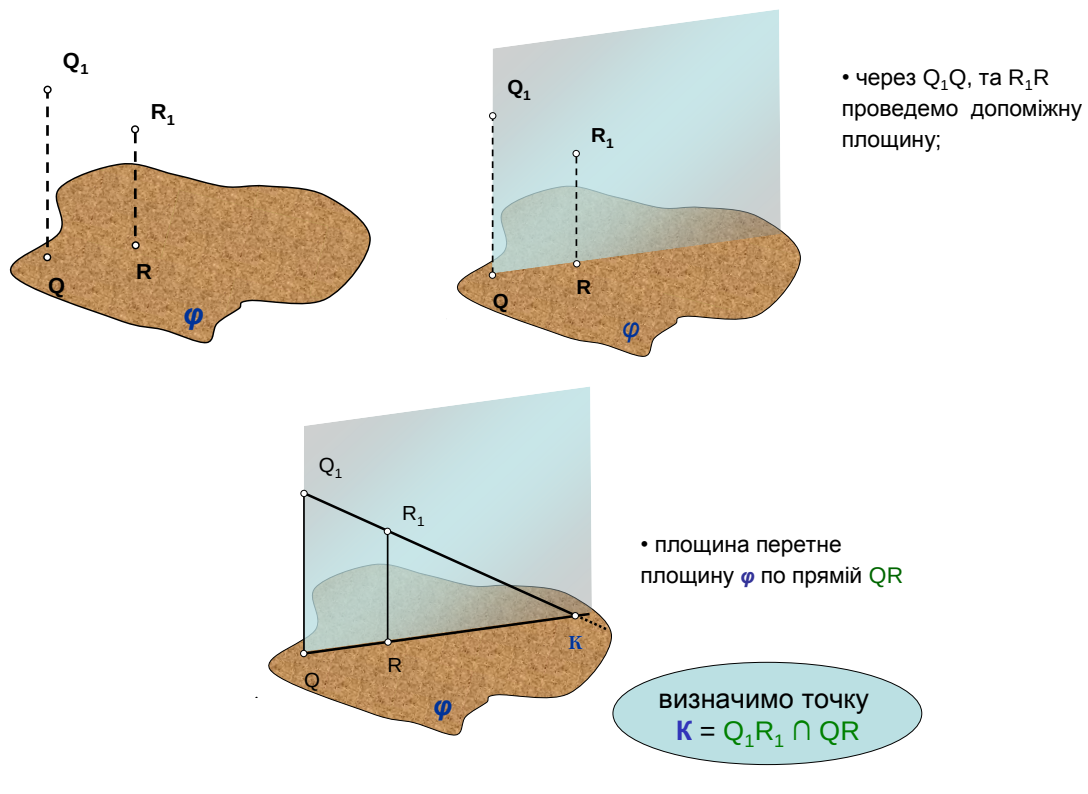
Завдання на знайомство з фігурою та її елементами призначені для формування системи уявлень про частини просторового тіла. До них належать: завдання, що передбачають доповнення фігури потрібними елементами, побудову діагональних перерізів на заготовлених зображеннях різних видів стереометричних фігур, запис всіх елементів фігури по заданому рисунку, добудова зображення просторової фігури за заданим елементом, визначення взаємного розміщення елементів фігури, визначення з яких плоских фігур може складатися просторовий об'єкт. Комплекс вправ даного типу сприяє розвитку інтуїтивного, просторового та конструктивного елементів геометричного мислення, що позитивно впливають на формування просторової уяви та уявлень про стереометричні фігури.

4.2 Розв'язування стереометричних задач на побудову засобами мультимедіа

Репродуктивні завдання робочого зошита корисні для відтворення засвоєного навчального матеріалу. Вони передбачають перевірку простого заучування об'єктів, вивчення логічної послідовності кроків побудови. Приклад такого типу вправ реалізується наступним фрагментом робочого зошита (рис.4.5, 4.6). Крім того, репродуктивні завдання підтримуються відповідною ДКМ.

Задача. Дано точки Q_1, R_1 та їх проекції Q, R на площину φ . Побудувати

точку перетину прямої Q_1R_1 з площиною φ .
Розв'язання.



Отже, K - точка перетину прямої Q_1R_1 з площиною φ .

Рис.4.5. Фрагмент робочого зошита учня

Повторіть вказані кроки побудови точки перетину прямої Q_1R_1 з площиною φ самостійно, використовуючи рисунок

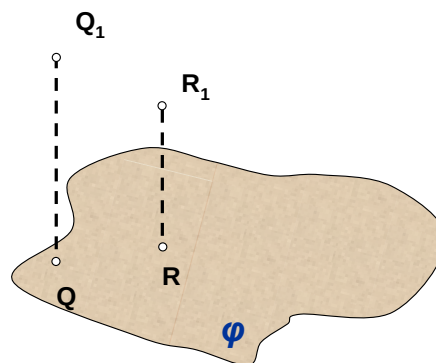


Рис.4.6. Репродуктивне завдання у робочому зошиті учня

Під час вивчення планіметрії учнів навчають мислити плоскими образами, тоді як тривимірні відходять на другий план. З метою пропедевтики навчального матеріалу розроблені завдання прикладного змісту, пов'язані з життєвим досвідом учнів (рис.4.7).

Такі завдання спонукають учнів виділяти площину у просторі, знайомитися із об'єктами навколишньої дійсності, що нагадують стереометричні фігури, вивчати їх елементи на наочно-інтуїтивному рівні. Так

у запропонованій ДКМ ялина має форму конуса, стовбур – це його висота. Учні навчаються застосовувати геометрію у практичній діяльності. Такий підхід у виборі вправ є природним, оскільки геометрія виникла з потреб людства.

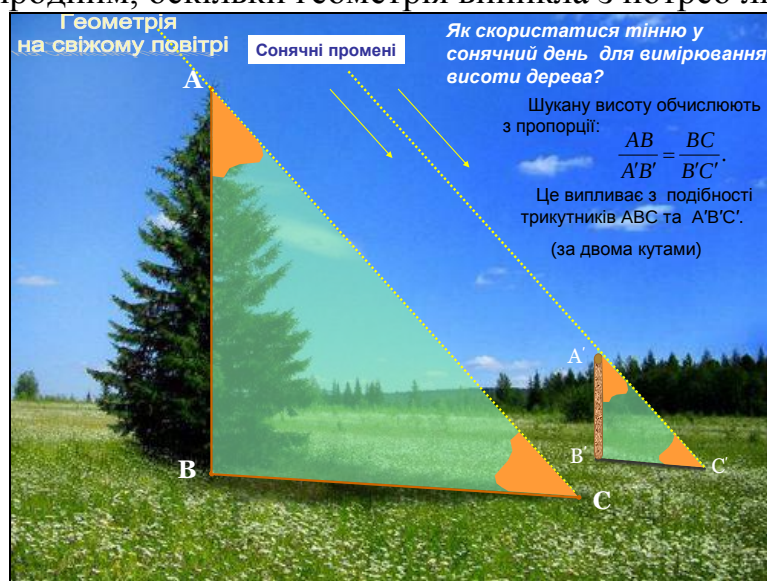


Рис.4.7. Компонент навчально-методичного комплексу, що забезпечує зв'язок з життєвим досвідом учнів

Інші завдання необхідні для накопичення досвіду зображень плоских перерізів основних стереометричних фігур та формування комплексу конструктивних умінь, пов'язаних з процесом побудови перерізу фігури. Серед завдань виокремлено наступні: побудова точки перетину прямої з площиною, побудова лінії перетину площин, побудова основних стереометричних фігур площиною. Вони містять різні варіанти розміщення точок, прямих, площин, що позитивно впливає на розвиток просторової уяви учнів та стимулює їх до аналізу щодо форми перерізу.

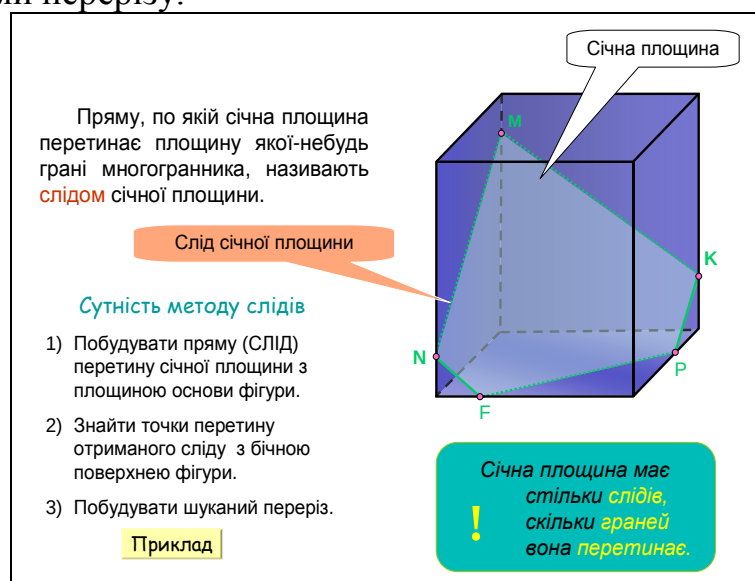


Рис 4.8. Слайд ДКМ побудови перерізу методом слідів

Серед методів геометрії простору специфічним є метод перерізів – один з універсальних методів стереометрії та її застосувань, оскільки дає змогу зазирнути всередину фігури. Цим методом широко користуються при введенні

понять, розв'язуванні задач, доведенні теорем.

Найбільш ефективними у практиці викладання старшої школи є наступні методи:

- 1) метод слідів;
- 2) метод внутрішнього проектування.

Теоретичний виклад методу слідів з використанням ІКТ доцільно розглянути на наступній ДКМ (рис.4.8).

На першому слайді розкриваємо суть методу, вивчаємо необхідний математичний апарат, акцентуємо увагу на основних положеннях та кроках побудови сліду. Засобами системи гіперпосилань існує можливість переходу до демонстрації методу, використовуючи конкретний приклад (рис.4.9).

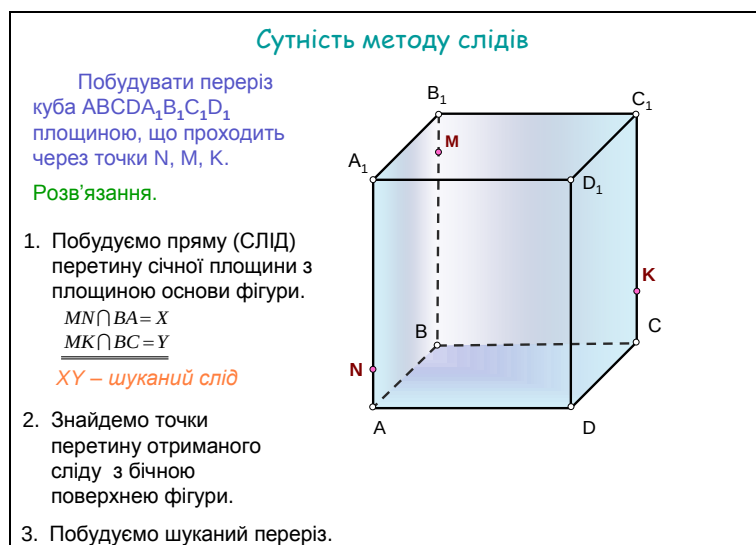


Рис.4.9. Слайд ДКМ поетапної візуалізації методу слідів, крок 1

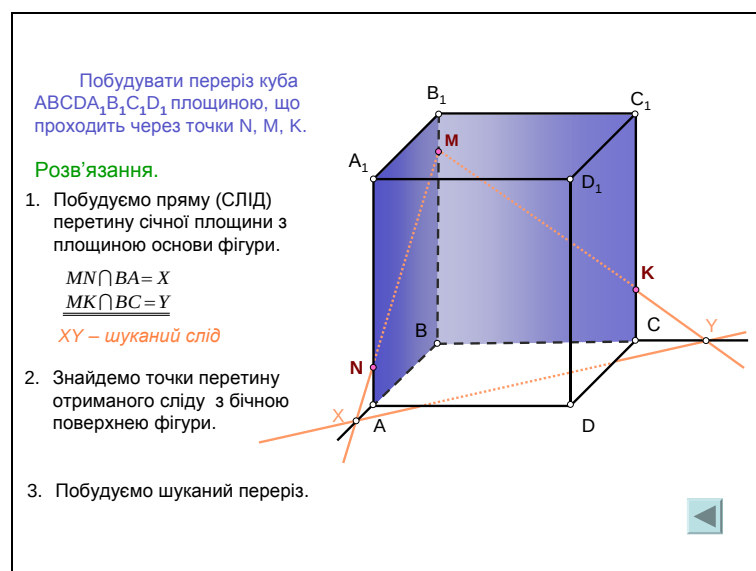


Рис.4.10. Слайд ДКМ поетапної візуалізації методу слідів, крок 2

У якому передбачена поетапність побудов, можливість зробити кроки вперед чи в зворотному напрямку, використовуючи систему гіперпосилань.

На слайдах ДКМ щоразу виділяється площина грані (рис.4.10, 4.11) де визначається слід січної площини. Це формує знання про те, що січна площина

має стільки слідів, скільки граней вона перетинає. Останнім слайдом демонструємо слід на площині основи фігури (рис.4.12).

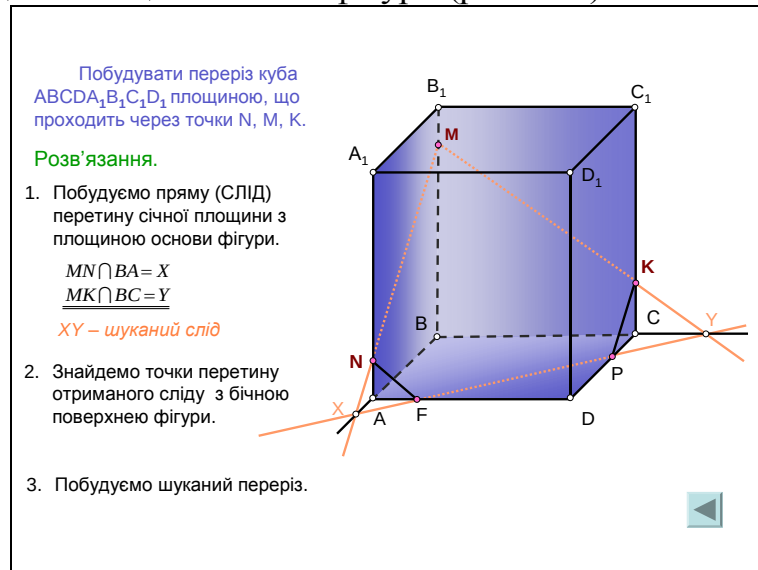


Рис. 4.11. Слайд ДКМ поетапної візуалізації методу слідів, крок 3

На практиці найчастіше знаходять той слід січної площини, який лежить в площині нижньої основи многогранника. Проте пошук сліду січної площини корисно будувати в площині грані відмінної від площини нижньої основи фігури, що сприяє розвитку просторових уявлень.

Після перегляду ДКМ учням корисно повторити вказані кроки самостійно. Тут при нагоді стануть заготовки з точною копією фігури та вказаними точками, через які проходить січна площина.

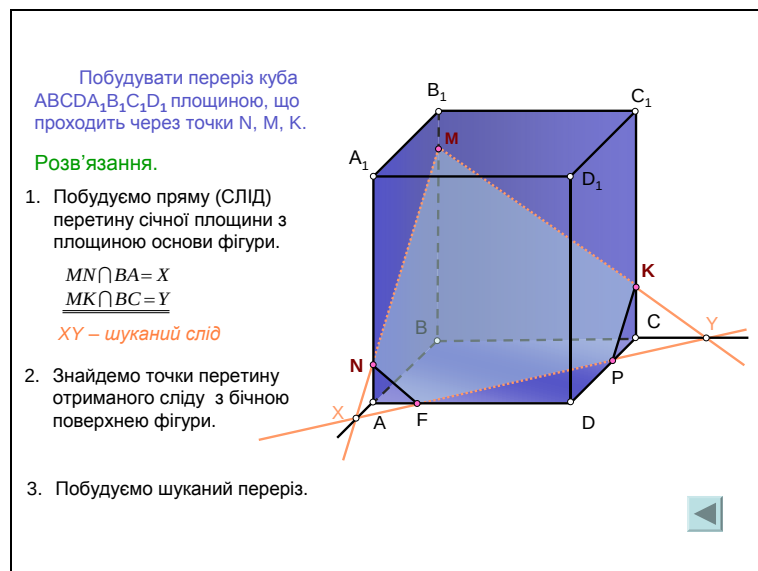


Рис.4.12. Слайд ДКМ поетапної візуалізації методу слідів, крок 4

Учням слід наголосити, що в тих випадках, коли під час побудови перерізів незручно знаходити слід січної площини, наприклад він розташований дуже далеко від заданої фігури, використовують метод внутрішнього проектування. Такий випадок доцільно продемонструвати засобами наступної ДКМ (рис.4.13).

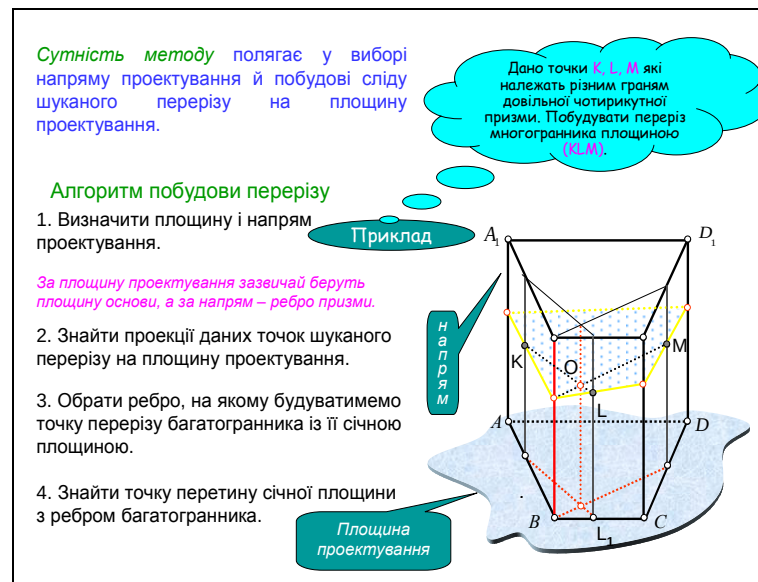


Рис.4.13. Слайд ДКМ методу внутрішнього проектування

За допомогою запропонованого демонстраційного матеріалу навчальний процес можна зробити цікавим, інтенсивним, а навчальний матеріал доступним і зрозумілим для учнів, що в цілому створює умови для розвитку їх здібностей.

Навчання розв'язування стереометричних задач на побудову - це організований процес здобуття учнями знань про методи побудови, формування в них умінь і навичок розв'язування задач на побудову, розвиток просторової уяви [19, с. 55].

Результати наших педагогічних досліджень свідчать про те, що тема побудови перерізів основних стереометричних фігур є складною для більшості учнів, оскільки потребує певного рівня розвитку просторової уяви для успішного її засвоєння. Тому, особливу увагу ми відвели вправам саме цього типу.

Одне із найважливіших завдань навчання стереометрії – формування вмінь розв'язувати задачі. Ця діяльність є засобом засвоєння понять та фактів і кінцевою метою навчання стереометрії.

У стереометрії розрізняють два типи задач на побудову. Перший тип зводиться до теоретичного обґрунтування можливості виконання побудови. Другий тип задач охоплює задачі на проєкційному рисунку. Основним об'єктом геометрії як науки і навчального предмета є просторова фігура, тому проєкційне креслення [12, с. 60], що зображає просторову фігуру, дає не тільки наочне уявлення про цю фігуру, але й забезпечує можливість усвідомленого підходу до розв'язання стереометричних задач, в тому числі - на побудову. Серед останніх можна визначити наступні групи.

1. Побудова точки перетину прямої і площини.
2. Побудова лінії перетину площин.
3. Побудова перерізу.

Стереометричні задачі першої та другої групи корисно розглядати вже під час вивчення теми «Паралельність прямих і площин».

Використання прийомів візуалізації допомагає учням навчитись «бачити»

у плоскому малюнку геометрію простору. Дослідження психологів свідчать, що розмір малюнка, його розташування, товщина лінії на малюнку, сполучення кольорів здійснюють емоційний вплив на глядача [19, с. 61].

Формування конструктивно-геометричних умінь побудови перерізів просторових фігур має особливе психологічне підґрунтя. Оскільки, класичні методики пропонують формування вмінь виконання побудов, в основі яких закладені мислені процеси, які можна сформулювати як «уявіть собі». Такі прийоми передбачають встановлення чуттєвих образів та відповідних понять, які можна охарактеризувати наступним чином: 1) сенсорно-перцептивне створення чуттєвих образів; 2) чуттєво-асоціативний перехід від чуттєвих образів до інших; 3) перехід від чуттєвих образів до понять; 4) перехід від понять до чуттєвих образів; 5) перехід від одних понять до інших за допомогою логічних умовиводів [41].

Перераховані співвідношення перебувають у міцному зв'язку та впливають одне з одного. Переважна більшість учнів старшої школи володіють наочно-дійовим типом мислення, якому відповідають співвідношення 1)-3). Їх діяльність у процесі навчання повинна опиратися на багатий наочний матеріал, що сприяє відображенню об'єкта у пам'яті. У той же час, для них є складним оперування абстрактними геометричними образами. Такі психологічні особливості засвоєння навчального матеріалу учнями необхідно використати під час формування умінь побудови перерізів основних стереометричних фігур.

4.3. Використання засобів мультимедіа для побудови перерізів опуклих многогранників площиною.

Пропонуємо до розгляду систему вправ на побудову перерізів опуклих многогранників (призми, піраміди) площиною, яка базується на використанні ДКМ. Її застосування надає можливість сформувати в учнів геометричні уявлення та вміння виконання побудов на зображеннях стереометричних фігур, підвищити рівень розвитку просторової уяви за рахунок вміння створювати в уяві нові образи, відтворювати відомий об'єкт, встановлювати взаємозв'язки між уявленнями.

Розв'язування задач всіх типів розпочинається з осмислення умови задачі, взаємного розташування елементів стереометричної фігури. Це сприяє формуванню правильних геометричних уявлень та розвитку просторової уяви. Наступним етапом здійснюється аналіз задачі, з метою визначення елементарних побудов, що передбачаються ходом міркувань, які здійснюються на основі теоретичних положень і фактів.

Визначення положення точок перетину прямої з поверхнею многогранника або якої-небудь іншої фігури зводиться до проведення через дану пряму відповідно вибраного перерізу. У випадку многогранника ми маємо більше свободи вибору, ніж у задачах з кривою поверхнею, бо усякий переріз многогранника є многокутник. Залишається вибрати його розміщення так, щоб мати по можливості просту й зручну побудову.

Переважна кількість додаткових побудов у стереометрії пов'язана із обґрунтуванням існування деякої площини. Тому учні повинні знати основні способи задання площини у просторі, базуючись на теоретичних поняттях і фактах геометрії. Узагальнюючи їх, можна визначити наступні способи: прямою і точкою, двома пересічними прямими, паралельними прямими, трьома точками.

Розглянемо ДКМ задачі побудови точки перетину прямої, що проходить через точки K , L , які належать бічним граням довільної чотирикутної призми, з площиною її нижньої основи.

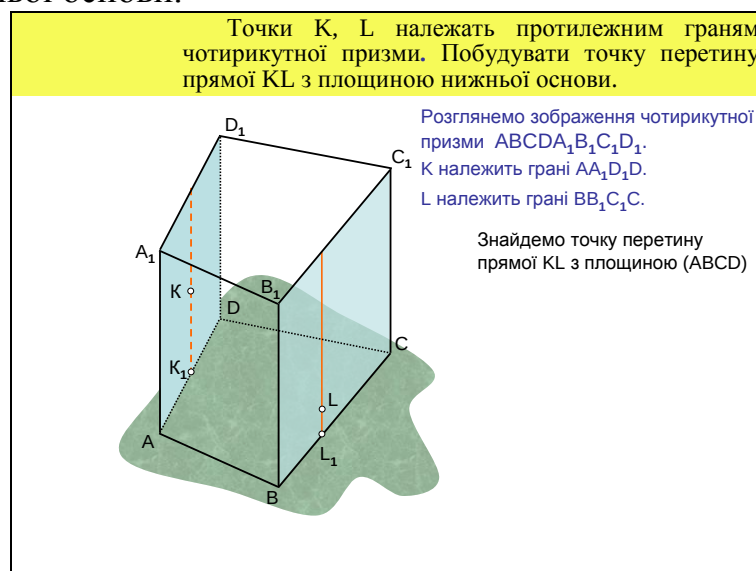


Рис.4.14. Слайд ДКМ: умова задачі

На першому слайді ДКМ (рис.4.14) демонструємо умову задачі. Графічні об'єкти, передбачені завданням, з'являються послідовно з лівої сторони слайду, а відповідні пояснення - з правої. Так, поява зображення чотирикутної призми та заданих точок супроводжується відповідним текстом. Оскільки за умовою задачі точки K , L належать протилежним граням, пропонуємо застосувати ефект появи граней AA_1D_1D та BB_1C_1C вибраним кольором. З появою грані AA_1D_1D з'являється точка K , а з появою грані BB_1C_1C – точка L .

Слід зауважити, що вибір саме таких граней є більш наочним для подальшого розв'язування задачі. Таким чином ми формуємо уміння визначати геометричне співвідношення елементів просторової фігури, правильно орієнтувати її перед очима. Для кращого розуміння поставленого завдання площину основи призми обмежуємо довільним контуром. Пунктирні лінії на рисунку моделі допомагають виявити різницю в структурі геометричної фігури в просторовому положенні без допоміжних словесних пояснень. Така форма наочності допомагає безпомилково зрозуміти задане зображення фігури через умову задачі, виділити необхідні частини фігури, правильно мислено уявити дійсну форму зображуваної фігури.

Здійснивши аналіз умови задачі, переходимо до демонстрації побудов, передбачених розв'язуванням задачі. Для визначення положення точки перетину прямої KL з площиною основи $ABCD$ призми потрібно провести через ці точки допоміжну площину, паралельну бічним ребрам. Для цього

використовуємо ефект появи площини синього кольору, що проходить через задані точки. На слайді (рис.4.15) легко спостерігати взаємне розміщення площин у просторі, що позитивно впливає на сприйняття структури просторового образу. Об'єкти ДКМ з'являються послідовно з лівого боку слайду та залишаються статичними. Нові елементи, на яких акцентується увага, виникають природним чином, не відволікаючи увагу, а навпаки підсилюють формування нового геометричного поняття у вигляді образу уяви. Таким чином демонстраційний рисунок не викликає додаткових утруднень під час розв'язування задачі.

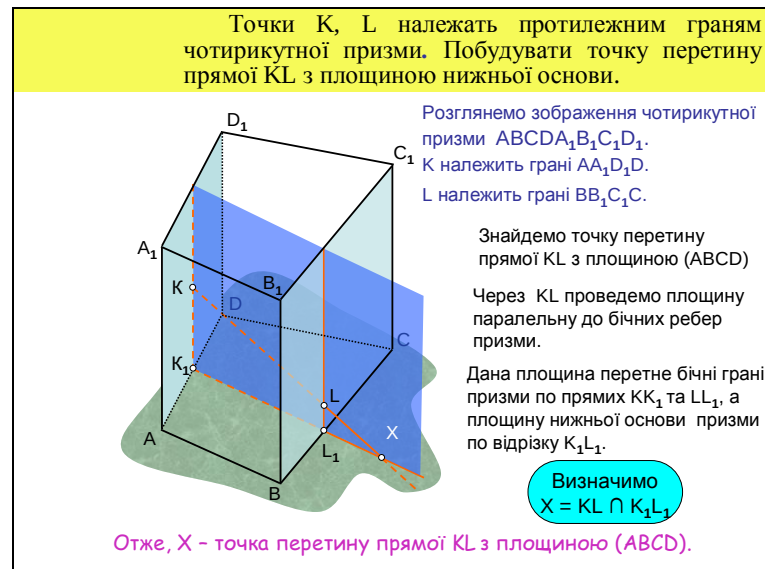


Рис.4.15. Слайд поетапної демонстрації побудови точки перетину прямої KL з площиною ABCD

Наступні слайди слугують демонстрацією послідовності побудов для знаходження точки перетину прямої KL з площиною основи призми. Шукану точку X визначаємо як перетин прямих KL та $K_1 L_1$ у допоміжній площині.

Схематизований супроводжувальний текст на слайді поєднаний з анімаційними ефектами появи необхідних елементів геометричної фігури. Ця композиція дає можливість краще запам'ятати послідовність дій під час виконання побудов, звернути увагу учнів на основні моменти. У такому поєднанні здійснюється позитивний вплив на усвідомлення та засвоєння навчального матеріалу.

З метою економії навчального часу, корисним може стати використання дидактичного матеріалу, який буде містити умову задачі, з відповідними рисунками просторових фігур. Для закріплення вивчених прийомів визначення положення точки перетину прямої з площиною доцільно розглянути наступні тренувальні вправи:

1. Визначити положення точки перетину прямої, що проходить через вершину A_1 прямої трикутної призми та середину відрізка, що сполучає основи призми, з площинами основ фігури.

2 Точки M, N належать ребрам AA_1 і CC_1 п'ятикутної призми $ABCDE A_1 B_1 C_1 D_1 E_1$. Побудувати точку перетину прямої MN з площинами основ заданої призми.

3. Побудувати точку перетину прямої MN з площиною $A_1B_1C_1$ трикутної призми $ABCA_1B_1C_1$, якщо точка M належить ребру AA_1 , а точка N - грані BB_1C_1C .

Наступна ДКМ запропонованої системи вправ спрямована на формування вмінь учнів виконання побудови лінії перетину площин.

Дано паралелепіпед $ABCD A_1B_1C_1D_1$, побудувати лінію перетину площин A_1CC_1 та ABD_1 .

Демонстрацію задачі розпочинаємо з послідовної появи паралелепіпеда $ABCD A_1B_1C_1D_1$. Оскільки точки A_1 та C_1 належать грані $A_1B_1C_1D_1$ і січній площині одночасно, то відрізок A_1C_1 є слідом січної площини на площині грані $A_1B_1C_1D_1$ заданої фігури площиною (A_1CC_1) . Зауважуємо, що точка A також належить січній площині (рис.4.16), а переріз фігури заданою площиною – діагональний, оскільки містить діагональ A C_1 паралелепіпеда. Демонструємо появу цієї площини на слайді ДКМ (рис.4.16).

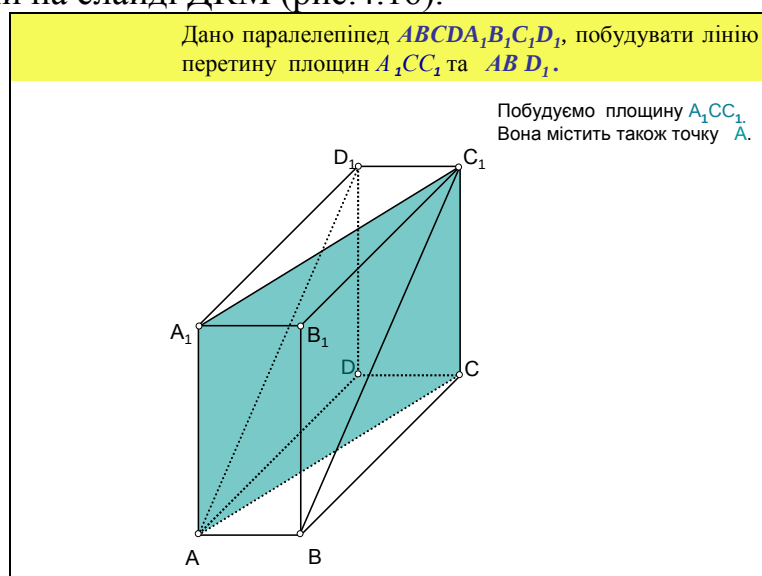


Рис.4.16. Слайд візуалізації умови задачі на ДКМ

На наступному кроці будемо переріз фігури площиною (ABD_1) (Рис.4.17).

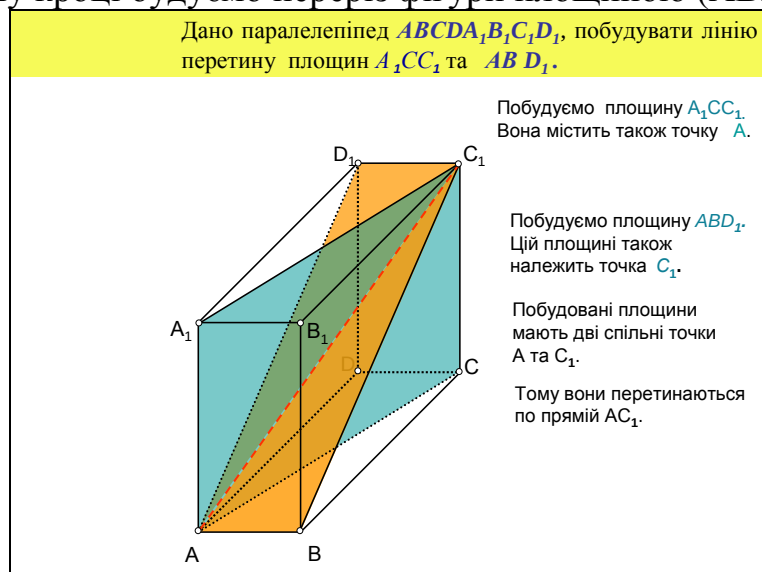


Рис.4.17. Слайд поетапної побудови лінії перетину площин на ДКМ

Оскільки побудовані площини мають дві спільні точки, то вони перетинаються по прямій, яка містить ці точки. Внаслідок продемонстрованого розміщення площин заданих в умові задачі, стає зрозумілим, що AC_1 є лінією їх перетину. Для закріплення навчального матеріалу доцільно розглянути наступні тренувальні вправи на визначення лінії перетину площин:

4. Побудуйте лінії перетину всіх несуміжних граней фігури шестикутної призми.

5. Побудуйте лінію перетину площин AE_1C_1B та AA_1D_1D п'ятикутної призми $ABCDEA_1B_1C_1D_1E_1$,

6. Використовуючи зображення куба $ABCD A_1B_1C_1D_1$, побудуйте лінії перетину площини (A_1C_1M) з площинами основи куба, якщо точка M належить ребру DD_1 .

Розглянемо докладніше методи формування умінь учнів побудови перерізів стереометричних фігур площиною, які базуються на використанні ДКМ. Нагадаємо, що кожна площина на зображенні може бути задана аналогічно до того, як її можна задати в просторі. Так, площина перерізу піраміди може бути задана трьома точкам на її ребрах або гранях чи точкою і прямою, вибір способу задання площини перерізу залишається у нашому розпорядженні. Як тільки елементи, що визначають площину, є цілком заданими, задача побудови перерізу визначена. Її суть полягає в побудові слідів площини перерізу на поверхні даної фігури, або в побудові перерізу кривої за точками.

Існують різні способи побудови площини перерізу:

1) будувати сліди прямих, що лежать в площині перерізу, і за ними знаходити сліди самої площини,

2) будувати третій слід тригранного кута за двома знайденими слідами на площині перерізу.

Варто зазначити, що задачі на побудову перерізів, у яких не задано жодного сліду січної площини є дещо складнішими проти тих, де він заданий. Розв'язування таких задач, як правило, починають з побудови сліду на площині основи. Потім легко визначити відрізки перетину (ті, що існують) слідів січної площини із гранями многогранника. Ці відрізки й будуть сторонами шуканого перерізу [13, с. 110].

Розглянемо наступні ДКМ, користуючись названими способами.

Побудувати переріз призми $ABCD A_1B_1C_1D_1$ площиною яка проходить через точки K, L, M розташовані на її бічних гранях.

Розв'язування задачі розпочинається з осмислення її умови, визначення взаємного розташування елементів стереометричної фігури. Це сприяє формуванню правильних геометричних уявлень та розвитку просторової уяви. Тому на першому слайді ДКМ (рис.4.18) демонструємо умову задачі. Поява зображення чотирикутної призми та заданих точок супроводжується відповідним текстом та анімаціями. Оскільки за умовою задачі точки K, L, M належать бічним граням, поступово застосовуємо ефект появи граней AA_1B_1B , BB_1C_1C , CC_1D_1D різними кольорами.

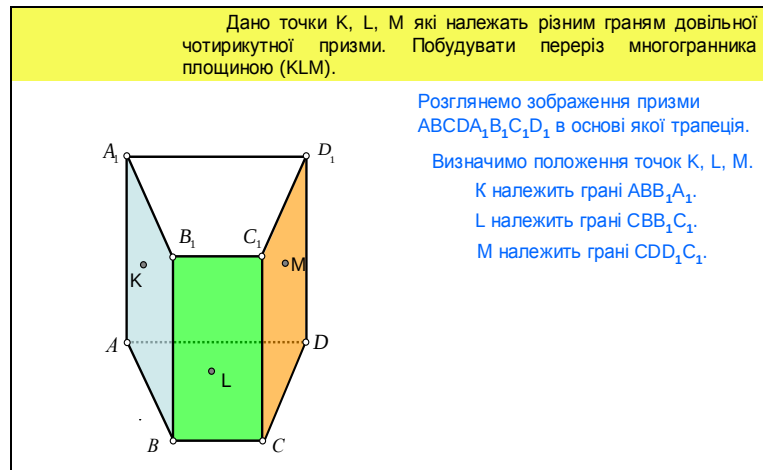


Рис.4.18. Слайд ДКМ візуалізації умови задачі на побудову перерізу призми

Слід зауважити, що вибір саме таких граней є більш наочним для подальшого розв'язування задачі. Таким чином ми формуємо уміння визначати геометричне співвідношення елементів просторової фігури, правильно орієнтувати її перед очима. Дотримуючись умовностей зображення стереометричних фігур на площині, позначаємо невидимі грані пунктирними лініями, що помагає виявити різницю в структурі геометричної фігури в просторовому положенні без допоміжних словесних пояснень. Така форма наочності дозволяє виокремити необхідні частини фігури, що сприяє правильному розумінню зображення фігури через умову задачі.

Продовжуємо демонстрацію побудови перерізу стереометричної фігури визначенням положення сліду січної площини на площині основи призми. Для цього необхідно знайти точки перетину двох прямих, що належать січній площині з площиною основи призми. Такими прямими можуть бути KL та ML . Для побудови точки перетину прямої KL з площиною основи призми $ABCD$ через точки K, L проведемо допоміжну площину паралельну бічним ребрам призми. Демонстрація цього кроку передбачає використання ефекту появи площини рожевого кольору (рис.4.19).

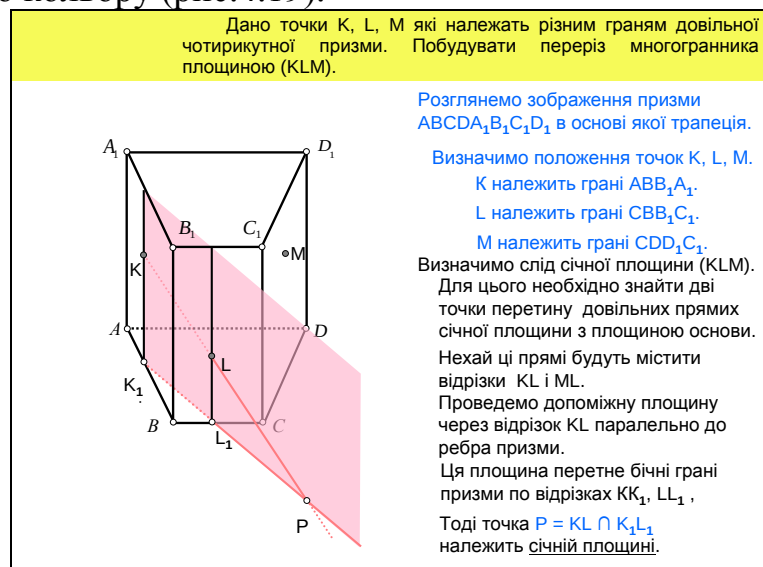


Рис.4.19. Слайд ДКМ: визначення точки перетину прямої KL з площиною основи $ABCD$ призми

Ця площина перетне бічні грані призми по відрізках KK_1 та LL_1 . Тоді точка перетину прямої KL з площиною основи призми визначається як перетин прямих KL та K_1L_1 . Оскільки етап знаходження точки перетину прямої та площини завершено, допоміжна площина зникає, а в полі зору учня залишається побудована точка P .

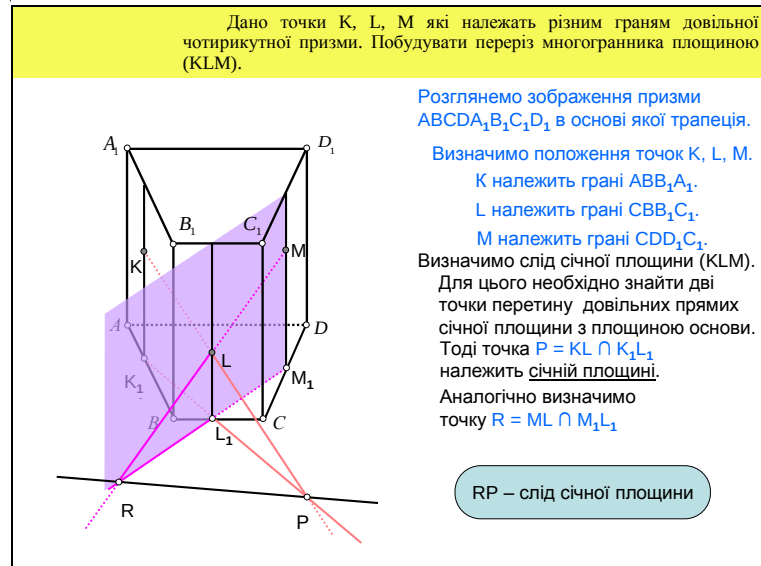


Рис.4.20. Слайд ДКМ: визначення сліду січної площини на площину основи призми $ABCD$

Наступним слайдом (рис.4.20) аналогічним чином демонструємо визначення положення сліду прямої ML на площині основи призми – точки R . Сполучивши точки R та P проводимо слід січної площини на площині основи призми.

На наступному кроці демонструємо побудову сліду січної площини на грані $AA_1 B_1 B$. Продовжимо сторону AB до перетину з прямою RP (прямі розміщені в площині основи призми). Отримаємо точку Q . Вона належить площині грані $AA_1 B_1 B$ а також січній площині. Цей факт підкріплюємо появою допоміжної площини, яка проходить через прямі AQ та AA_1 (рис.4.21).



Рис.4.21. Слайд ДКМ: побудова сліду січної площини на грані ABB_1

У цій площині проведемо пряму через точки Q, K. Пряма QK перетинає ребро BB_1 в точці B_2 , а ребро AA_1 в точці A_2 . Отже, січна площина (KLM) перетинає грань AA_1B_1A по відрізку A_2B_2 . Безпосередньо проводимо B_2C_2 , C_2D_2 , D_2A_2 (рис.4.22).

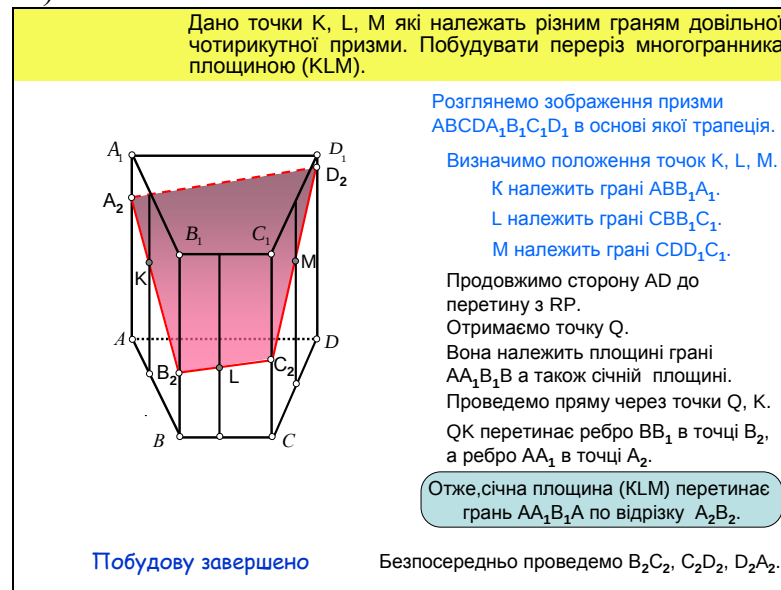


Рис.4.22. Слайд ДКМ: візуалізація перерізу призми

Закріплення вправ доцільно провести використовуючи наступні завдання:

7. Використовуючи зображення куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$, побудуйте переріз куба площиною яка проходить через точки M, N, K – середини його різних ребер.

8. Побудуйте переріз куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ площиною, що проходить через точку M, яка належить ребру DD_1 , та діагональ верхньої основи $A_1 C_1$.

9. Побудуйте переріз чотирикутної призми $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ площиною, що проходить через точки M, K які належать граням $A_1 B_1 B A$, $C_1 D_1 D C$ та $ABCD$ відповідно.

Рисунки до задач можуть містити злегка видимі лінії (рис.4.23). На них учневі легше побудувати переріз, однак йому необхідно встановити взаємне розміщення ліній і позначити їх, враховуючи правила щодо умовності зображень.

Корисно розглянути ДКМ цієї ж задачі з використанням методу внутрішнього проектування (рис.4.24, 4.25).

Зазвичай за площину проекції вибирають площину основи призми, а за напрям проектування - бічне ребро. Таким чином, точка K проектується в точку K_1 на площину основи, L – у L_1 , M – у M_1 . Через точки K, L проведемо допоміжну площину паралельну до бічного ребра призми, а через ребро BB_1 та точку M

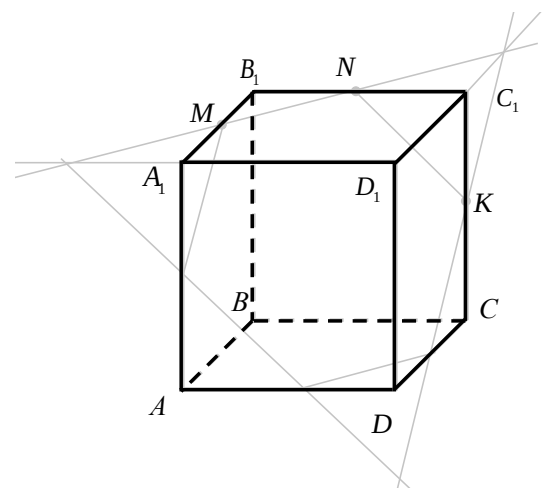


Рис.4.23. Рисунок до задачі у робочому зошиті учня

проведемо іншу допоміжну площину.

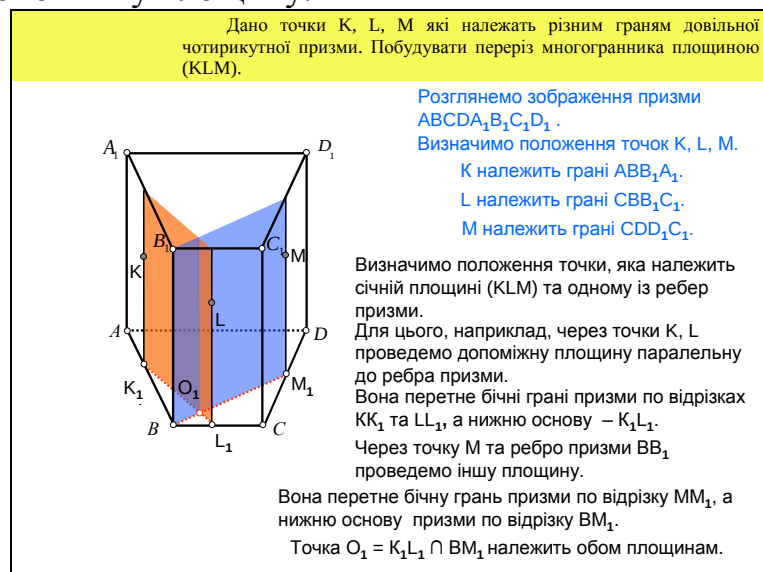


Рис.4.24. Слайд ДКМ: демонстрація допоміжних побудов

У площині основи визначимо точку $O_1 = K_1 L_1 \cap M_1 B$, яка також одночасно належить двом допоміжним площинам. Перераховані прийоми демонструємо на слайді (рис.4.25).

Загалом на ДКМ легко спостерігати взаємне розміщення площин у просторі, що позитивно впливає на сприйняття структури просторового образу. Графічні об'єкти, передбачені завданням, виникають послідовно з лівої сторони слайду, а відповідні пояснення – з правої. Нові елементи, на яких акцентується увага, з'являються природним чином, не відволікаючи увагу, а навпаки підсилюють формування нового геометричного поняття у вигляді образу уяви. Таким чином, демонстраційний рисунок не викликає додаткових утруднень під час виконання побудов. У площині $KK_1 L_1 L$ проведемо через точку O_1 пряму паралельну до ребра призми та пряму KL . Вони належать одній площині і перетинаються у точці O . На слайді ДКМ, ми демонструємо цю площину (рис.4.25). Так як пряма KL належить січній площині, то точка O також належить січній площині. Через точки O, M у площині $BM_1 M$ проведемо пряму, яка перетне ребро призми у точці B_2 . Безпосередньо визначимо положення інших точок перерізу: $A_2 = B_2 K \cap AA_1$, $C_2 = B_2 L \cap CC_1$, $D_2 = C_2 M \cap DD_1$.

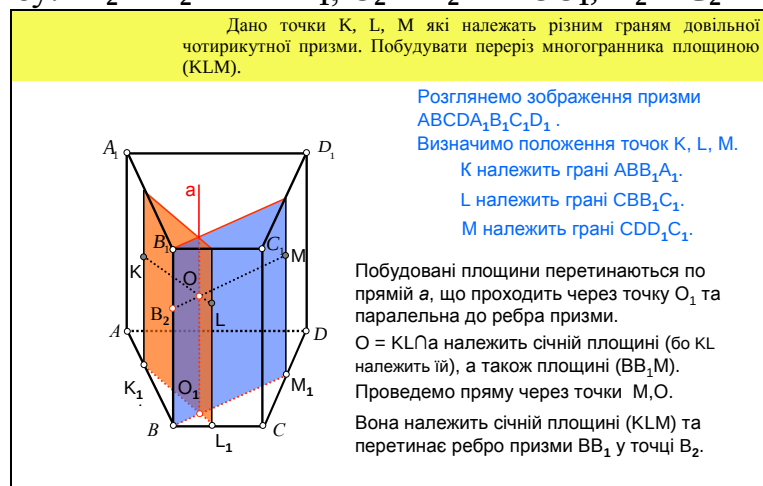


Рис.4.25. Слайд ДКМ: визначення положення точки у якій січна площина (KLM)

перетинає ребро BB_1

Схематизований супроводжувальний текст на слайді поєднаний з анімаційними ефектами появи необхідних елементів геометричної фігури. Ця композиція дає можливість краще запам'ятати послідовність дій під час виконання побудов, звернути увагу учнів на основні моменти. У такому поєднанні здійснюється позитивний вплив на усвідомлення та засвоєння навчального матеріалу. Окреслений підхід під час розв'язування задач на побудову надає можливість покращити процес сприйняття і цілісного уявлення про матеріал.

На ДКМ зручно порівняти отримані перерізи, і переконатись наочно, що незалежно від вибору методу побудови перерізу отримуємо однаковий результат.

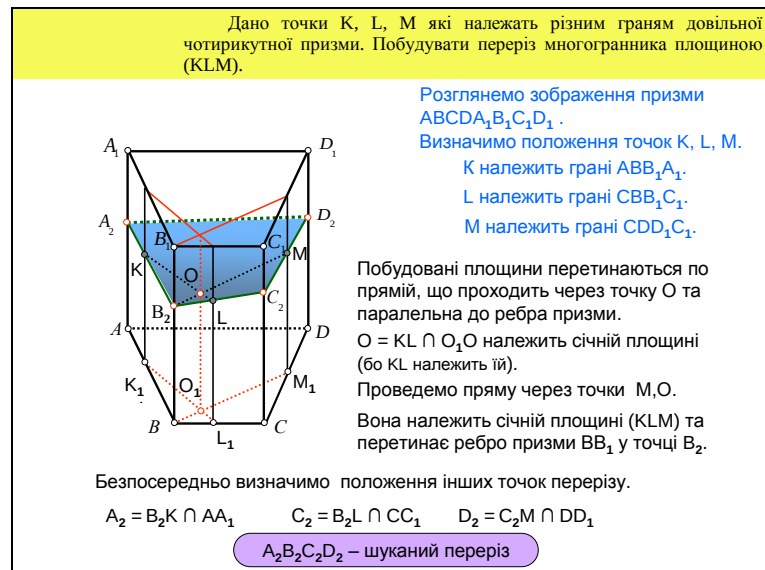


Рис.4.26. Слайд ДКМ: візуалізація отриманого перерізу

Для закріплення вивченого методу слід розглянути наступні задачі:

10. Побудуйте переріз прямої чотирикутної призми площиною, яка проходить через точки M, N, P , що належать її бічним ребрам AA_1, BB_1, CC_1 , використовуючи метод паралельного проектування.

11. Побудуйте переріз прямої трикутної призми $ABCA_1 B_1 C_1$ площиною, що проходить через точки M, N, L , які належать відповідно граням $AA_1 C_1 C$, $AA_1 B_1 B$ та ребру BC .

12. Побудуйте переріз п'ятикутної призми $ABCDE A_1 B_1 C_1 D_1 E_1$ площиною, яка проходить через точки M, N , що лежать на ребрах AA_1 і CC_1 та точку K , що належить грані $EE_1 D_1 D$.

Розглянемо методи навчання побудови перерізів піраміди площиною з використанням ДКМ на задачах аналогічних типів.

Форма і розміщення просторового тіла, що зображене на слайдах моделі, сприймається у свідомості, як і самі предмети. Рисунки виконані відповідно до вимог, які повинні задовольняти зображенню просторової фігури. Модель, що відображає геометричний образ є точною та простою і не протирічить необхідним уявленням. Потрібні елементи вирізняються кольором, непотрібні

усунуті з наступним кроком слайду. В такій формі матеріал засвоюється усвідомлено і міцно.

Застосування розроблених нами ДКМ сприятиме розвитку просторової уяви учнів, кращому засвоєнню навчального матеріалу, підвищенню інтересу до навчання тощо.

Наступна ДКМ надає можливість продемонструвати визначення положення точки перетину прямої KL з площиною основи піраміди (рис.4.27).

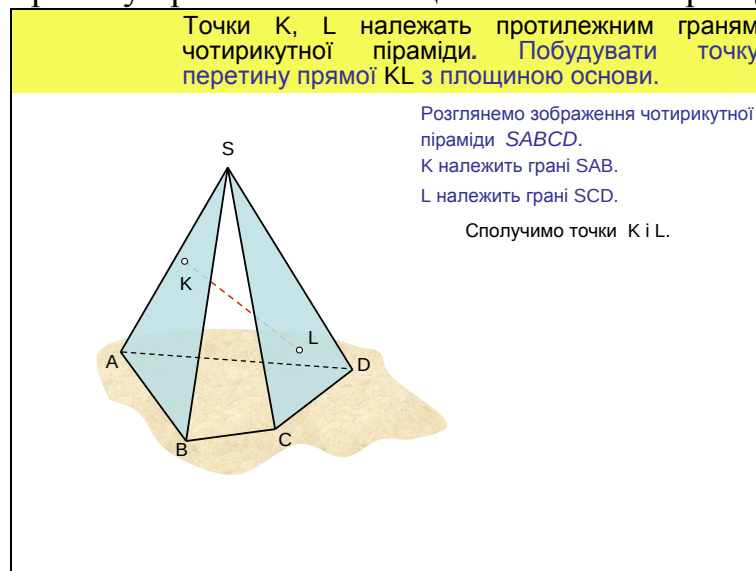


Рис.4.27. Слайд ДКМ з поетапною демонстрацією умови задачі

На першому слайді ДКМ (рис.4.27) демонструємо умову задачі. Графічні об'єкти, передбачені завданням, з'являються послідовно з лівої сторони слайду, а відповідні пояснення - з правої. Так, поява зображення чотирикутної піраміди та заданих точок супроводжується відповідним текстом. Оскільки за умовою задачі точки K , L належать протилежним граням, пропонуємо застосувати ефект появи граней SAB та SCD вибраним кольором. З появою грані SAB з'являється точка K , а з появою грані SCD — точка L .

Слід зауважити, що вибір саме таких граней є більш наочним для подальшого розв'язування задачі. Таким чином ми формуємо уміння визначати геометричне співвідношення елементів просторової фігури, правильно орієнтувати її перед очима. Для кращого розуміння поставленого завдання сполучаємо точки K , L пунктирною лінією, а площину основи піраміди обмежуємо довільним контуром. Пунктирна лінія на рисунку моделі допомагає виявити різницю в структурі геометричної фігури в просторовому положенні без допоміжних словесних пояснень. Така форма наочності допомагає правильно зрозуміти задане зображення фігури через умову задачі, виділити необхідні частини фігури, правильно мислено уявити дійсну форму зображуваної фігури.

Проробивши аналіз умови задачі, переходимо до демонстрації побудов, передбачених розв'язуванням задачі. Для знаходження точки перетину прямої KL з площиною основи $ABCD$ піраміди потрібно провести через точки K , L та вершину піраміди S допоміжну площину. Для цього використовуємо ефект появи площини синього кольору, що проходить через ці точки. На слайді

(рис.4.28) легко спостерігати взаємне розміщення площин у просторі, що позитивно впливає на сприйняття структури просторового образу. Об'єкти ДКМ з'являються послідовно з лівого боку слайду та залишаються статичними. Нові елементи, на яких акцентується увага, з'являються природним чином, не відволікаючи увагу, а навпаки підсилюють формування нового геометричного поняття у вигляді образу уяви. Таким чином демонстраційний рисунок не викликає додаткових утруднень під час розв'язування задачі.



Рис.4.28. Слайд ДКМ візуалізації допоміжних побудов

Наступні слайди (рис.4.29) слугують демонстрацією послідовності побудов для знаходження точки перетину прямої KL з площиною основи піраміди. Шукану точку X визначаємо як перетин прямих KL та K_1L_1 у допоміжній площині.

Схематизований супроводжувальний текст на слайді поєднаний з анімаційними ефектами появи необхідних елементів геометричної фігури. Ця композиція дає можливість краще запам'ятати послідовність дій під час виконання побудов, звернути увагу учнів на ключові моменти, підкріпити висновки щодо правильності побудов демонстрацією. У такому поєднанні здійснюється позитивний вплив на усвідомлення та засвоєння навчального матеріалу.



Рис.4.29. Слайд ДКМ унаочнення поетапної демонстрації побудови точки перетину прямої KL з площиною основи піраміди

Формування вмій та навичок учнів побудови точки перетину прямої з площиною на прикладі піраміди слід здійснювати, використовуючи наступні вправи:

13. На зображенні тетраедра $SABC$ визначте положення точки перетину прямої, що проходить через середину висоти піраміди та точку A з площиною грані SBC .

14. Точки K, L належать бічним граням тетраедра ASB та BSC . Визначте точку перетину прямої KL з площиною бічної грані ASC тетраедра.

15. Встановіть положення точки перетину прямої MN з площиною основи піраміди $SABCDE$, якщо M належить грані SAB , а N - SCD .



Рис.4.30. Умова та аналіз задачі на слайді ДКМ

Пропонуємо до розгляду наступну ДКМ (рис.4.30) запропонованої системи вправ, яка полягає у побудові лінії перетину площин. На слайдах моделі демонструється процес побудови лінії перетину площини γ з площиною ϕ . Площина γ задана трьома точками, що належать ребрам SA, SB, SC піраміди $SABC$, а ϕ - проходить через бічне ребро тетраедра та точку перетину медіан грані ABC .

ДКМ цієї задачі надає можливість продемонструвати застосування вже відомого методу геометричних побудов під час визначення точки перетину прямої з площиною, але на іншому конкретному геометричному матеріалі. Такий підхід сприяє відтворенню відомого об'єкта в уяві і допомагає створювати нові образи уяви.

На першому слайді ДКМ (рис.4.30) визначаємо положення точок K, L, N відповідно на ребрах SA, SB, SC та демонструємо появу площини γ . На цьому ж слайді вказуємо положення точки M перетину медіан основи ABC . Для визначення площини ϕ доцільно взяти ребро AS та дану точку M (рис.4.31). Ці міркування впливають суто з орієнтації фігури перед очима. Самостійно можна запропонувати учням знайти лінії перетину площин, які проходять через

точку M та ребра BS та CS піраміди, адже спосіб задання площини залишається таким самим.



Рис.4.31. Слайд ДКМ: поетапна побудова лінії перетину площин (KLN) та (ASP)

Закріплення отриманих знань шляхом таких послідовних демонстрацій пропонуємо здійснити на різних видах пірамід:

16. На зображенні піраміди, в основі якої лежить трапеція, побудуйте прямі, по яких перетинаються площини протилежних бічних граней піраміди.

17. На зображенні чотирикутної піраміди побудуйте прямі перетину діагональних перерізів з площиною, яка проходить через вершину піраміди та середини суміжних ребер.

18. На зображенні трикутної піраміди (рис.4.32), побудуйте лінію перетину площин ASN та площини α , що паралельна до площини основи піраміди і проходить через точку N .

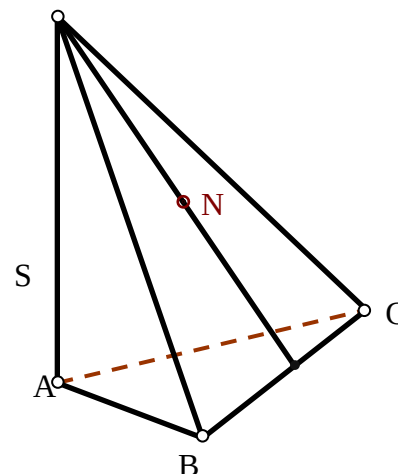


Рис. 4.32.

Для зв'язку матеріалу з попередньою темою доцільно розглянути наступну задачу. Її особливість полягає у тому, що вона вимагає поєднання вмінь побудови точки перетину прямої з площиною, а також лінії перетину площин. Розглянемо ДКМ задачі на визначення точки перетину площини γ , яка задана трьома точками, що належать ребрам SA , SB , SC тетраедра $SABC$ з площиною, що проходить через вершину тетраедра S та точку перетину медіан грані ABC (рис.4.33).

Після демонстрації детального аналізу умови задачі, міркуємо про хід побудов. Для проведення допоміжної площини можна використати одне з бічних ребер піраміди та пряму SM . Для більшої наочності проводимо її через ребро AS та пряму SM (рис.4.33). Всі прямі, що належать цій площині, виділяємо червоним кольором, що підкреслює встановлене геометричне співвідношення. Шукана точка перетину прямої SM із площиною KLN розміщена на лінії перетину площин ASP та KLN . Аналізуючи вибір допоміжної площини, учням можна запропонувати використати різні варіанти

розміщення додаткової площини у просторі. На практиці вони переконуються, що положення точки X не зміниться від вибору цієї площини.

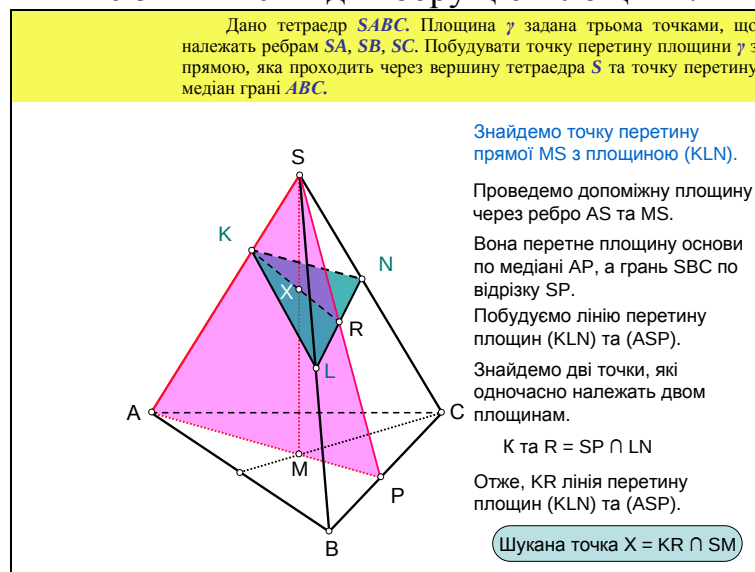


Рис.4.33. ДКМ поетапної побудови точки перетину прямої SM з площиною (KLN)

Внаслідок продемонстрованого розміщення площин стає зрозумілим, що через них проходить єдина пряма, яка є лінією їх перетину. Прямі SM та KR належать одній площині, на їх перетині вказуємо положення шуканої точки X .

На слайдах демонстраційної моделі зображення піраміди залишається незмінним. Це забезпечує стійкість просторового образу геометричної фігури. А динамічна поява інших елементів, зумовлених послідовністю побудов, дає можливість ясно володіти суттєвими ознаками та розуміти принцип знаходження потрібного елемента.

Наступна задача системи вправ також передбачає формування вміння знаходити точку перетину прямої з площиною, однак пропонується виконати побудови на зрізаній чотирикутній піраміді. Потрібно визначити положення точки перетину прямої KL з площиною верхньої основи зрізаної чотирикутної піраміди. Демонстрацію цієї задачі супроводжуємо відповідною ДКМ (рис.4.34).

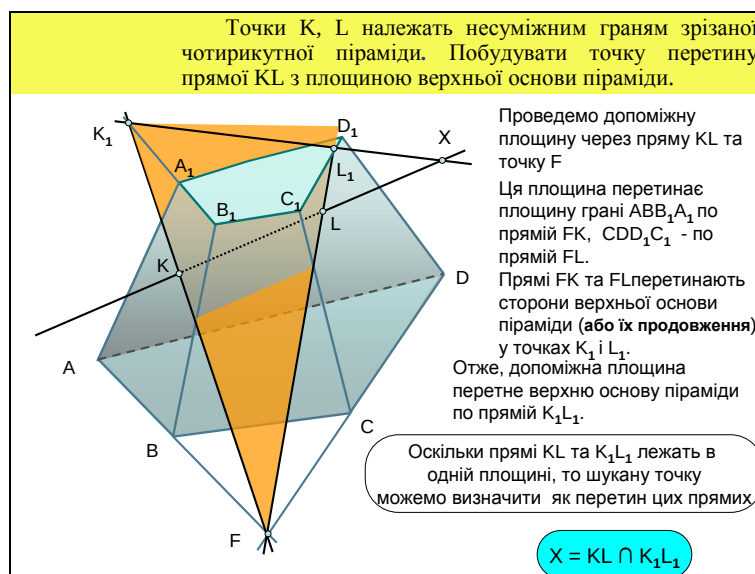


Рис.4.34. ДКМ побудови точки перетину прямої KL з площинами основ зрізаної

На слайді ДКМ (рис.4.34) демонструємо положення точок K , L на несуміжних гранях $AA_1 B_1 B$ та $CC_1 D_1 D$ відповідно. Для проведення додаткової площини потрібно визначити ще одну точку що належить площинам граней у яких знаходяться точки K та L . Такий прийом властивий для зрізаної піраміди. Для цього продовжимо сторони основи піраміди AB та DC . Отримаємо точку F . Допоміжну площину проведемо через точки K , L , F . Далі демонструємо знаходження прямої $K_1 L_1$ по якій допоміжна площина перетне верхню основу зрізаної піраміди. Оскільки KL та $K_1 L_1$ лежать в одній площині то на їх перетині визначаємо положення шуканої точки X . Слід зауважити, що коли KL та $K_1 L_1$ паралельні, то точки перетину прямої KL з площиною верхньої основи зрізаної піраміди не існує.

ДКМ цієї задачі дозволяє розглянути можливі варіанти розміщення заданих точок, що розширює геометричний кругозір учнів та сприяє накопиченню уявлень в області геометричних співвідношень, що вивчаються.

З метою економії часу, пропонуємо використати робочий зошит, в якому зображено фігуру. Для учня залишається лише виконати побудови обумовлені задачею.

Тренувальні вправи для формування вмінь визначення положення точки перетину прямої з площиною на зрізаній піраміді:

19. На зображенні зрізаної трикутної піраміди $ABCA_1 B_1 C_1$. Пряма MN проходить через точку на одному з бічних ребер фігури та протилежну грань. Побудуйте точку перетину прямої MN з площинами основ піраміди.

20. На зображенні зрізаної чотирикутної піраміди $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ визначте точки перетину прямої KL з площинами бічних граней, якщо точки K , L належать основам заданої фігури.

21. Використовуючи зображення зрізаної п'ятикутної піраміди $ABCDE A_1 B_1 C_1 D_1 E_1$ визначте точки перетину прямої KL з площинами основ фігури, якщо K , L належать її несуміжним ребрам.

22. На зображенні зрізаної чотирикутної піраміди побудуйте лінію перетину діагональних площин.

23. Використовуючи зображення зрізаної піраміди (рис.4.35) побудуйте лінію перетину площини β з площиною грані, яка не перпендикулярна до площини основи.

24. На зображенні зрізаної чотирикутної піраміди побудуйте лінії перетину діагональних площин з площиною, яка проходить через середини бічних ребер.

Наступна ДКМ (рис.4.36) надає можливість учителю продемонструвати поетапне знаходження перерізу чотирикутної піраміди площиною, яка проходить через точки K , L , M розміщених на її бічних гранях.

Нами запропоновано ДКМ побудови перерізу піраміди: методом сліду та

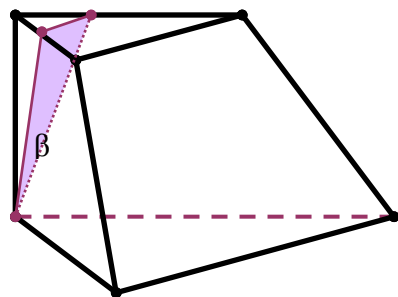


Рис.4.35. Рисунок до задачі 23.

внутрішнього проектування. За допомогою ДКМ зручно продемонструвати отримані результати та прослідкувати послідовність побудов обома методами. Такий підхід виховує вміння бачити просторові образи на готовому рисунку, що є важливим стимулом для розвитку уяви, формування просторових уявлень.

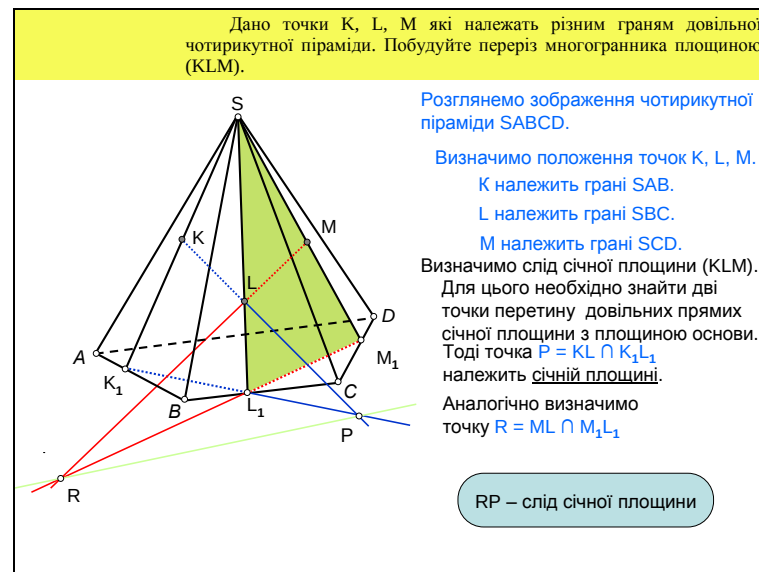


Рис.4.36.Слайд ДКМ: поетапна демонстрація побудови сліду січної площини KLM на площині основи піраміди SABCD

Розглянемо застосування методу сліду під час побудови перерізу піраміди з використанням ДКМ. На слайдах презентації (рис.4.36) всі кроки побудови поставленої задачі відображено поетапно та супроводжуються відповідними анімаційними ефектами. Чітке визначення послідовності побудов, що демонструються на моделі, дозволяє представити динаміку графічних зображень та позитивно вплинути на глибину сприйняття і засвоєння навчального матеріалу. Це надає можливість застосовувати прийоми мислено згадувати та порівнювати різні методи під час побудови перерізів. За допомогою ДКМ зручно порівняти отримані результати та прослідкувати послідовність побудов обома методами.

На наступному етапі належну увагу необхідно приділити формуванню навичок оперувати просторовими уявленнями, одержаними в результаті попередньої діяльності. Уміння бачити просторові образи на готовому рисунку є важливим стимулом для розвитку просторових уявлень та уяви.

Для побудови сліду січної площини на площині основи потрібно виконати двічі послідовність побудов, що передбачена при знаходженні точки перетину прямої з площиною. В обох випадках на ДКМ (рис.4.37) демонструється поява допоміжних площин, які проходять через відрізки KL, ML та вершину піраміди S. Площини з'являються та зникають послідовно, а визначені точки залишаються статичними. Саме через них проводимо пряму яка є слідом січної площини на площині основи піраміди.

Подальшим кроком на ДКМ є визначення положення точки, що одночасно належить одній із бічних граней піраміди та січній площині. Для цього достатньо продовжити одну із сторін основи піраміди до перетину із прямою

PR. Виходячи із розміщення зображення фігури на ДКМ (рис.4.37) найзручніше продовжити сторону AB.

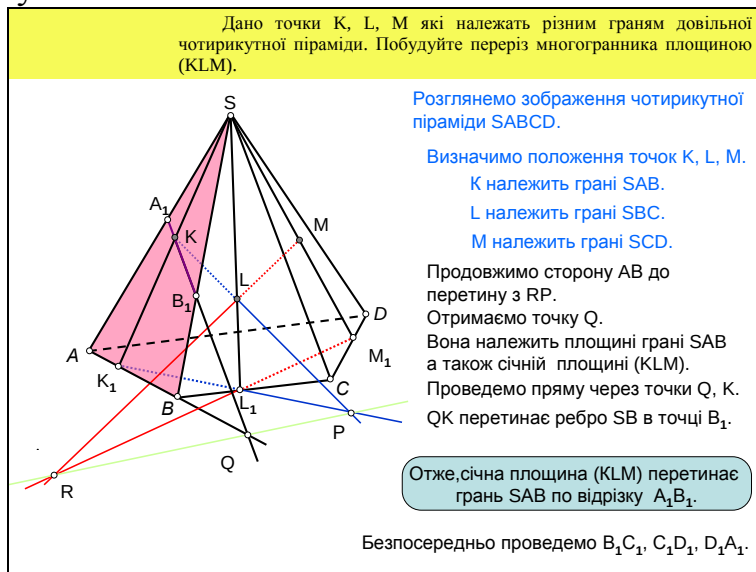


Рис.4.37. Слайд ДКМ: побудова сліду січної площини (KLN) на грані ABS

Таким чином визначаємо положення точки Q . Через точки Q та K , що належать січній площині, проведемо пряму. Відрізок A_1B_1 , належить межі шуканого перерізу. На останньому слайді проводимо відрізки B_1C_1, C_1D_1, D_1A_1 та демонструємо отриманий переріз, що дозволяє краще уявити положення січної площини (рис.4.38).

Метод внутрішнього проектування побудови перерізу піраміди розглядаємо на тому ж прикладі. Це дозволяє розвивати вміння мислено згадувати та порівнювати різні прийоми під час побудови перерізів. Особливість цього методу полягає в тому, що він надає можливість зазирнути в середину фігури.

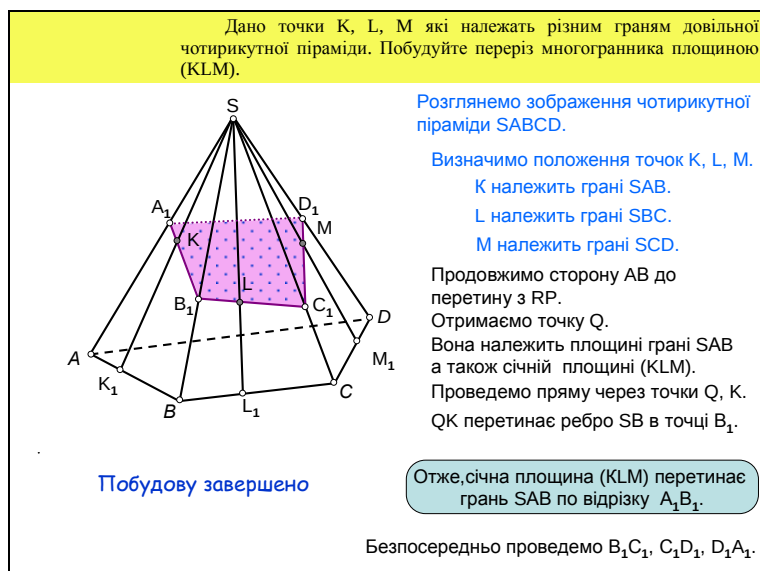


Рис.4.38. Слайд ДКМ: візуалізація отриманого перерізу

Так, на окремих слайдах ДКМ (рис.4.39-40) демонструється поява допоміжних площин необхідних для визначення положення певних точок, що належать шуканому перерізу піраміди.

На першому кроці учні спостерігають ефект появи допоміжних площин певним кольором. Одну з них проводимо через точки K , L та вершину піраміди S , іншу визначаємо точкою M та ребром SB .

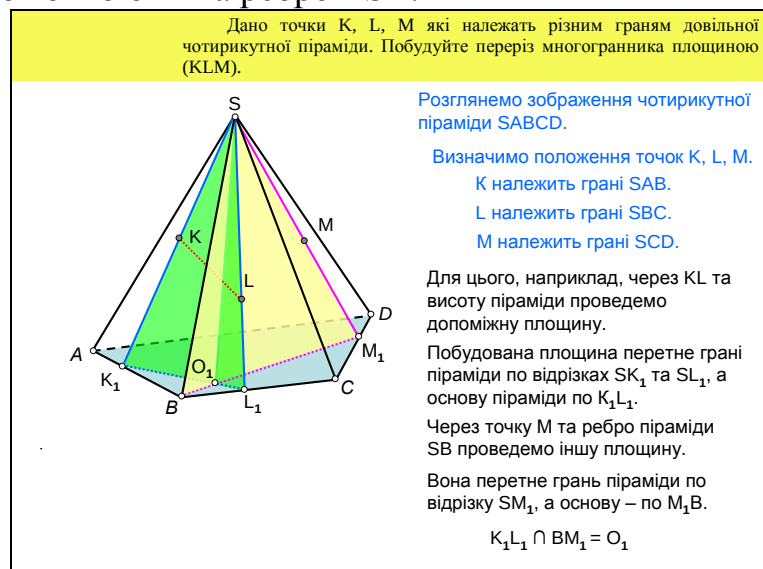


Рис.4.39. Слайди ДКМ

Наступним кроком визначаємо лінію перетину вказаних площин. Вони перетнуться по прямій O_1S ($O_1 = K_1L_1 \cap M_1B$, точка S - спільна для обох площин). У площині SK_1L_1 визначимо положення точки O як перетин прямих KL та SO_1 . Встановлюючи яскравість потрібних елементів (площин, прямих), маємо змогу підсилити сприйняття тих важливих моментів, на які необхідно звернути увагу учня. На слайдах легко спостерігати взаємне розміщення площин у просторі, які з'являються та зникають послідовно.

Оскільки пряма O_1S належить ще й площині BSM , то точка O також належить цій площині. Визначимо точку u як перетин площини перетне ребро BS призми як перетин прямих MO та SO , в результаті отримаємо точку B_1 . Безпосередньо проведемо відрізки B_1A_1 , B_1C_1 , C_1D_1 , D_1A_1 , що демонструємо на останньому слайді.

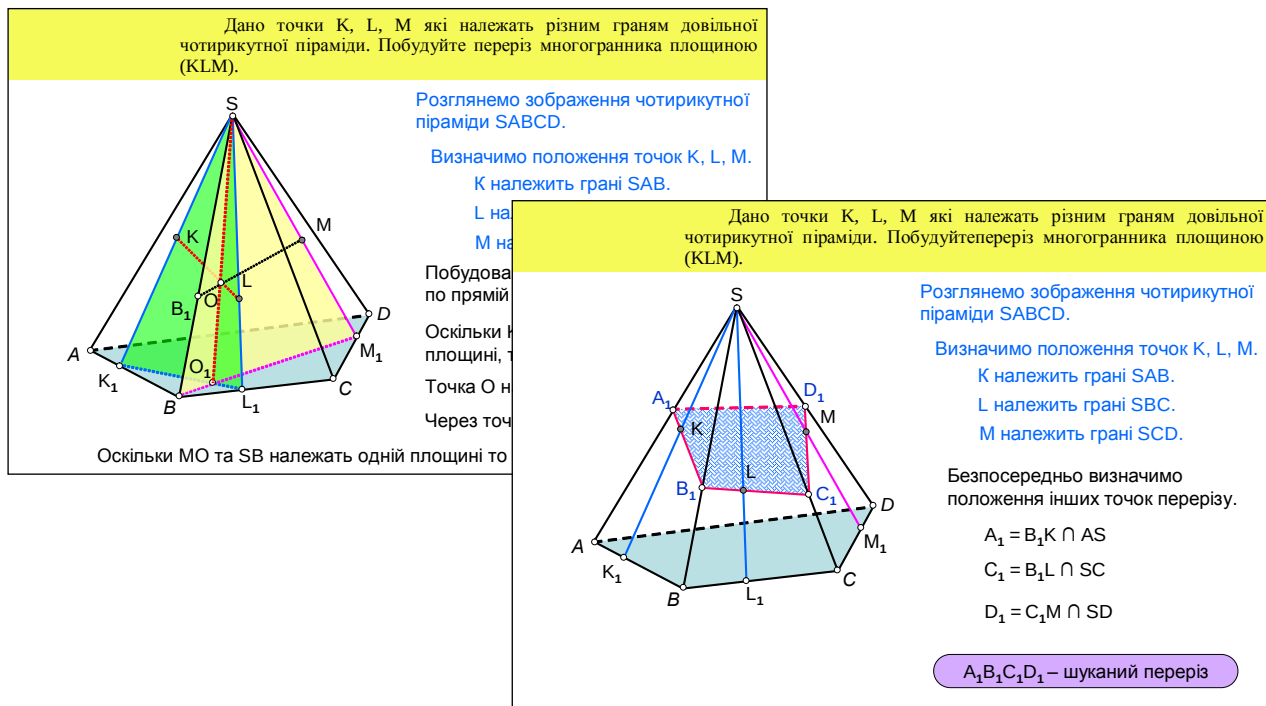


Рис.4.40. Слайди ДКМ

На останньому слайді презентації задачі, шляхом анімаційних ефектів, звільняємося від усіх допоміжних побудов, заштриховуємо отриманий переріз для того, щоб краще уявити положення січної площини та показуємо кінцевий варіант рисунка, який має отримати учень у своєму зошиті після виконання побудов.

Всі описані побудови, що демонструються на ДКМ, супроводжуються анімаційними ефектами появи чи зникнення потрібних елементів, які базуються на методах розвитку просторової уяви, формування геометричних понять. Нові елементи на яких акцентується увага, виникають природним чином, не відволікаючи увагу, а навпаки підсилюють формування нового геометричного поняття у вигляді образу уяви. Таким чином демонстраційний рисунок не викликає додаткових утруднень під час розв'язування задачі.

Інформація на слайдах ДКМ ретельно структурована. Важливі повідомлення (умова задачі, висновки, основні етапи побудови, тощо) подано виділеним шрифтом. Кожному положенню відведено окремий абзац. Виклад матеріалу стислий, відсутні нагромадження об'єктів, в цілому спостерігається чіткий порядок.

Схематизований супроводжувальний текст на слайді поєднаний з анімаційними ефектами появи потрібних елементів геометричної фігури, що органічно доповнюють одне одного, з'являються на екрані одночасно. Така композиція надає можливість краще запам'ятати послідовність дій під час виконання побудов, звернути увагу учнів на основні моменти, що позитивно впливають на усвідомлення та засвоєння навчального матеріалу. В ході розв'язування задачі вчитель має змогу на певному етапі демонструвати рисунок без сторонніх побудов, або повернутися до нього, коли виникне необхідність такої демонстрації, видавати матеріал частинами в залежності від етапів розв'язування задачі. В свою чергу учень має можливість порівняти свій

результат з правильною відповіддю.

Для закріплення знань, умінь та навичок при засвоєнні навчального матеріалу доцільно здійснювати, використовуючи наступні задачі:

25. Побудуйте переріз тетраедра $SABC$ площиною, яка проходить через точки M , N , L розміщені на бічних гранях піраміди так, що площина MNL не паралельна площині основи.

26. Побудуйте переріз чотирикутної піраміди площиною, яка проходить через три точки розміщені на бічних гранях піраміди.

27. Побудуйте переріз п'ятикутної піраміди площиною, яка проходить через три точки задані на її основі, ребрі та невидимій грані.

28. Побудуйте переріз тетраедра $SABC$ площиною, яка проходить через точки M , N , L , розташовані на бічних гранях так, що M належить грані SAB , N – грані SBC , L – грані SAC , використовуючи метод паралельного проектування.

29. Побудуйте переріз чотирикутної піраміди площиною, яка проходить через три точки задані на бічних ребрах піраміди, використовуючи метод паралельного проектування.

30. Побудуйте переріз трикутної піраміди (рис.4.41) площиною, яка проходить через задані точки M , N , P .

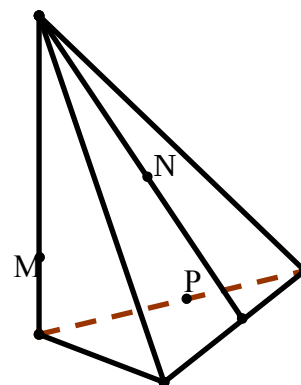


Рис.4.41. Рисунок до задачі 30



Рис.4.42. Слайд ДКМ: візуалізація умови задачі

Під час розв'язування задач на побудову перерізів учні повинні аналізувати можливе розміщення площини у просторі для визначення форми шуканого перерізу. У наступній ДКМ (рис.4.42) запропоновано дослідити як зміниться форма перерізу тетраедра, залежно від того, де будуть розміщені точки, які визначають січну площину.

Демонстрація різних можливих випадків розміщення заданих точок

передбачають різні прийоми побудови перерізу.

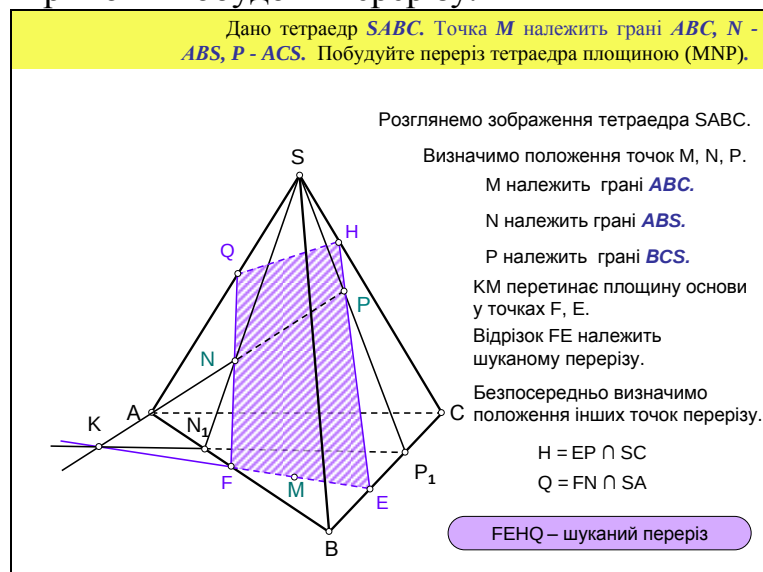


Рис.4.43. Слайд ДКМ: поетапна побудова перерізу піраміди $SABC$ площиною MNP

На першому слайді ДКМ визначаємо положення точок M, N, P . Оскільки точка M належить площині основи, достатньо знайти ще одну точку січної площини для побудови сліду на площині ABC . Демонструємо визначення положення точки перетину прямої NP з площиною основи піраміди за вже відомими раніше прийомами (рис.4.43). Слід KM січної площини перетне площину основи у точках F та E . Безпосередньо визначимо положення інших точок перерізу: $H = EP \cap SC$, $Q = FN \cap AS$ (рис.4.43).

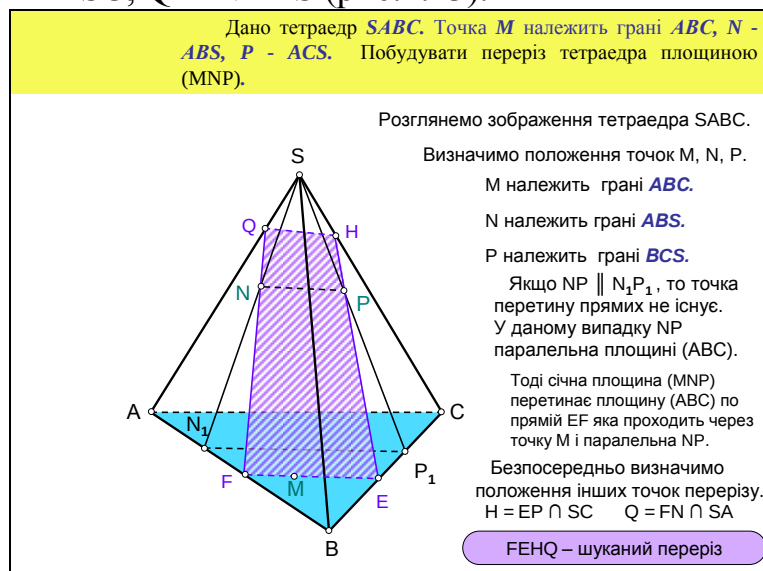


Рис.4.44. Слайд ДКМ: поетапна побудова перерізу піраміди $SABC$, якщо $NP \parallel (ABC)$

Може статися, що відрізок NP буде паралельний до площини основи (рис.4.44). У такому випадку через точку M проведемо відрізок паралельний до N_1M_1 , де N_1, M_1 проекції точок N, M на площину основи ABC . Таким чином отримаємо точки F, N , що належать шуканому перерізу. Наступні дії аналогічні до попереднього випадку.



Рис.4.45. Слайд ДКМ: побудова сліду січної площини на площині грані SBC

Залежно від розміщення точок M, N, P пряма NP може перетнути площину (ABC) у точці, яка знаходиться за межами рисунка (рис.4.45). У цьому випадку можна знайти точку перетину прямої MN з площиною (SBC) (тоді ми будемо мати дві точки у площині (SBC)). Визначимо її як перетин прямих NM та SM_1 . У площині SBC проведемо пряму KP . Ця пряма перетне грань SBC у точках E та H . Безпосередньо визначимо положення інших точок перерізу $F = EM \cap AB$, $Q = FN \cap SA$ (рис.4.46).

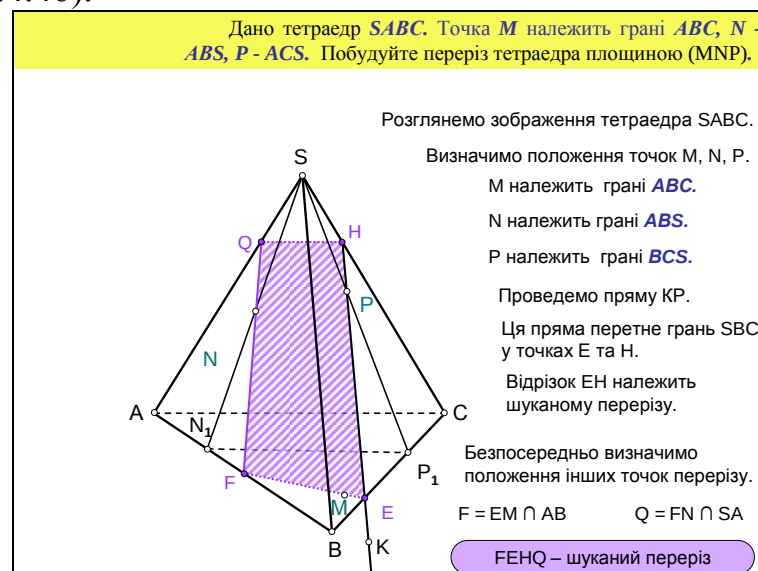


Рис.4.46. Слайд ДКМ: поетапна побудова перерізу піраміди, якщо пряма NP перетинає площину (ABC) поза межами рисунка

Завдяки запропонованим варіаціям положення елементів фігури на ДКМ, можемо спостерігати яким чином змінюється форма шуканого перерізу фігури, встановлювати співвідношення елементів фігури, визначати хід побудов, виділяти істотні ознаки фігури.

Такі комп'ютерні моделі надають можливість якісного наповнення та

модифікації інформаційно-комунікаційного простору у процесі навчання стереометрії шляхом використання прийомів створення конкретних образів просторових об'єктів. Учитель оперуючи ДКМ, оформлених у вигляді послідових слайдів має можливість підвищити інтерес учнів до вивчення математики, активізувати діяльність учня під час уроку, у повній мірі забезпечити формування знань, умінь та навичок під час виконання побудов на основі прийомів створення образів, індивідуалізувати та диференціювати процес навчання побудови зображень стереометричних фігур, створити позитивний емоційний фон на занятті від краси форми просторової фігури, кольорів її елементів та їх динамічної появи.

4.4. Використання засобів мультимедіа для побудови плоских перерізів тіл обертання

З метою навчання побудови перерізів тіл обертання пропонуємо розробку окремих елементів методики навчання учнів побудови перерізів конуса та циліндра під час вивчення стереометрії.

Проблема побудови конічних та циліндричних перерізів вимагає значної уваги. Згідно програми, під час вивчення теми передбачається розгляд лише діагонального перерізу конуса, циліндра, та перерізу, що проходить через прямолінійні твірні фігур або площиною, яка паралельна основі. Використання сучасних засобів дозволяє звернути увагу на побудову всіх можливих перерізів тіл обертання. На самому початку вивчення перерізів конуса чи циліндра вчитель зустрічає ряд труднощів. Вже зображення конуса цих просторових фігур на класній дошці традиційними засобами, стає не зовсім простою задачею. Під час побудови перерізу фігур площиною ціла ланка необхідних допоміжних побудов роблять рисунок надто перевантаженим, важким для сприйняття, не привабливим в естетичному плані. Зручно в такому разі використовувати інші методичні засоби інформаційних технологій навчання.

Використання демонстраційних моделей на заняттях геометрії полегшує розуміння навчального матеріалу учнями, формує просторові уявлення про фігури, що вивчаються.

Розглянемо на конкретному прикладі (Рис.4.47) використання мультимедійних засобів для забезпечення наочності під час розв'язування задач на побудову перерізу циліндра використовуючи наступну ДКМ.

Точки Q , R розміщені на поверхні циліндра. Побудувати точку перетину прямої QR з площиною основи циліндра.

Методика розв'язування задач на побудову такого типу має певну особливість. Тут потрібно вибрати додаткову площину, яка проходитиме через дану пряму та перетинатиме поверхню циліндра вздовж прямих ліній. Це буде площина, що паралельна твірним фігури, та містить пряму QR . Отже, для побудови шуканої точки ми будемо використовувати допоміжну площину, яку проведемо через задані в умові задачі точки Q і R паралельно твірним циліндра. Вона перетне бічну поверхню циліндра по твірних QQ_1 та RR_1 . Побудова шуканої точки відбувається саме в допоміжній площині. Визначаємо

її як перетин прямих QR та Q_1R_1 .

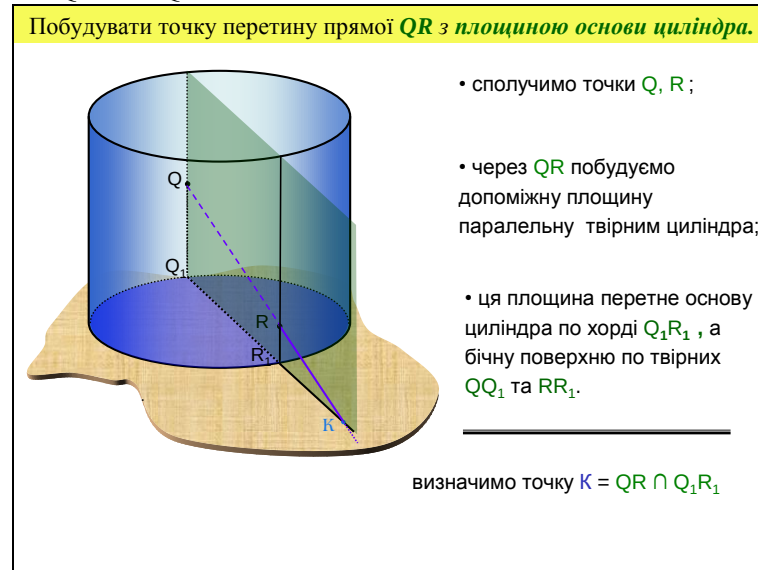


Рис.4.47. Слайд ДКМ: візуалізації визначення положення точки перетину прямої QR з площиною основи циліндра

Демонстрація процесу розв'язування даної задачі розпочинається з того, що ми вказуємо точки Q та R , що розміщені на бічній поверхні циліндра. Зображення заданих проєкцій даних точок на площину основи циліндра дає змогу зрозуміти, що точка Q розміщена на невидимій частині бічної поверхні циліндра, а R - на видимій. За допомогою анімаційного ефекту у ДКМ відбувається поява допоміжної площини у якій продовжуємо прямі QR та Q_1R_1 до їх перетину. Таким чином отримуємо шукану точку перетину прямої QR з площиною основи циліндра.

Зауважимо, що незалежно від того, де на поверхні циліндра будуть розміщені точки, алгоритм побудови точки перетину прямої з площиною основи не змінюється. Змінює своє положення тільки допоміжна площина, в якій буде міститися шукана точка. Необхідно обов'язково врахувати те, щоби площина перетинала поверхню циліндра вздовж прямих ліній (була паралельна твірним).

На слайдах презентації, яка сформована із кадрів, всі кроки побудови поставленої задачі відображено поетапно та супроводжуються відповідними анімаційними ефектами. Чітке визначення послідовності побудови, з використанням комп'ютерної моделі надає можливість підвищити наочність та вплинути на глибину сприйняття і засвоєння навчального матеріалу.

Для економії часу на занятті зручно використовувати робочий зошит для учня який містить умови завдань та зображення відповідних фігур. На запропонованих рисунках точки розташовано на бічній поверхні, у середині фігури та одній з основ різних видів циліндрів. Таким чином забезпечено всі можливі варіанти визначення положення точки перетину прямої з площиною. З метою формування вмінь побудови точки перетину прямої з площиною доцільно розглянути наступні тренувальні вправи:

31. Дано точки A і B та їхні проєкції A_1, B_1 на площину нижньої основи у середині похилого циліндра. Побудуйте точки перетину прямої AB з поверхнею

циліндра.

32. Дано точки А і В на бічній поверхні похилого циліндра. Побудуйте точки перетину прямої АВ з основами циліндра.

33. Побудуйте точку перетину прямої АВ з площиною нижньої основи циліндра, якщо точка А належить осі циліндра, а точка В - його верхній основі.

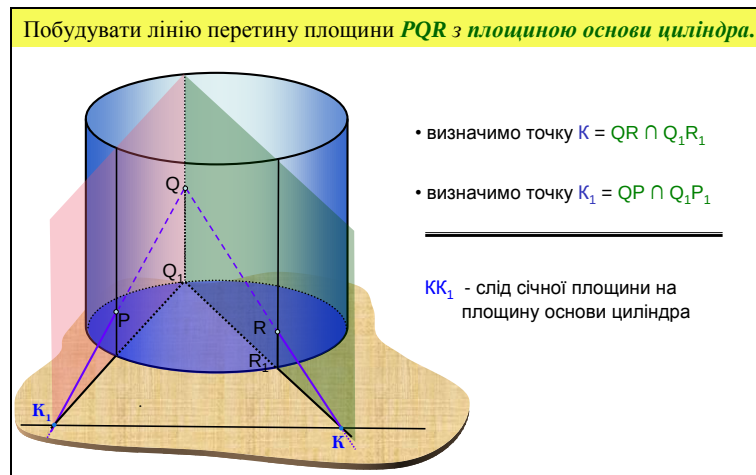


Рис.4.48. Слайд ДКМ: поетапна демонстрація побудови лінії перетину площин

Друга група підготовчих задач, які варто розглянути перед початком формування умінь з розв'язування геометричних задач на побудову перерізів тіл обертання – це уміння побудови лінії перетину двох площин.

Для прикладу розглянемо таку ДКМ (рис.4.48), яка дозволяє продемонструвати побудову лінії перетину площини (PQR) з площиною основи циліндра, якщо точки P, Q, R належать бічній поверхні циліндра.

Так як дві площини перетинаються вздовж прямої, то для її побудови достатньо знайти дві точки. Ними можуть бути точки перетину прямих QR та QP з площиною основи циліндра. Отже, задача зводиться до дворазового знаходження точки перетину прямої і площини. Пряма K_1K , називається слідом площини (PQR) на площині основи циліндра. Розглядаючи цю задачу, ми можемо запропонувати учням самостійно побудувати точки K та K_1 , а вже потім продемонструвати визначення їх положення, використовуючи ДКМ.

Формуванню прийомів побудови лінії перетину прямої з площиною циліндра сприяє наступна добірка вправ:

34. Точки M, L, N належать різним твірним циліндра. Побудуйте точки перетину довільної його твірної з площиною MLN. Проаналізуйте можливі випадки.

35. На зображенні циліндра (рис.4.49) побудуйте слід площини γ на площинах його основ, а також лінію перетину площини γ з площиною осьового перерізу циліндра.

36. Дано прямий циліндр. Побудуйте на площинах основ слід січної площини, яка визначається точками A, B, C, що належать

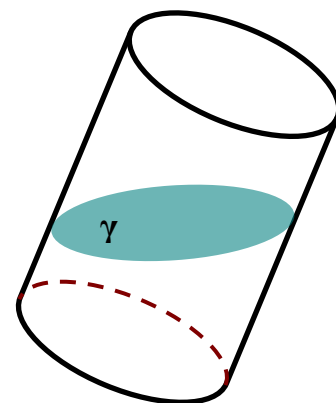


Рис.4.49. Рисунок до задачі 35

бічній поверхні циліндра.

У першій вправі учень має можливість самостійно вибрати положення точок на твірних просторової фігури. У наступній – потрібно побудувати слід зображеної площини γ . У третьому завданні необхідно зобразити фігуру та вибрати положення точок, через які проходить січна площина і відшукати її слід на площинах основ.

Розв'язування задач на побудову передбачає ґрунтовний аналіз геометричної фігури пов'язаний із встановленням взаємного розміщення її елементів, необхідний для цілісного бачення просторової фігури. Така діяльність вимагає використання прийомів створення уявлень, при яких розвивається образне мислення учнів і закладає передумови для розвитку їх просторової уяви.

Розглядаючи задачі на побудову перерізу циліндра площиною, не будемо зупинятися на тривіальних випадках, коли переріз будується безпосередньо (осьовий переріз циліндра, паралельний та перпендикулярний перерізи до осі циліндра). Для розвитку просторової уяви слід знайомити учнів з методами побудови складніших перерізів. Використання під час цього динамічних комп'ютерних моделей значно підвищує ефективність проведення заняття та засвоєння матеріалу учнями.

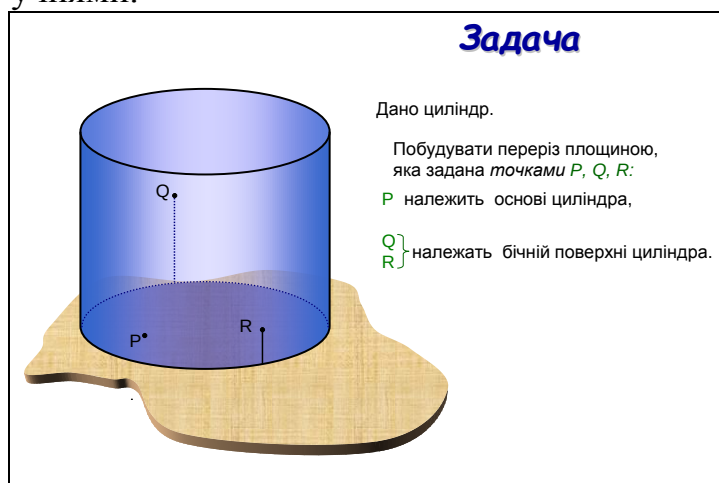


Рис.4.50. Слайд ДКМ: демонстрація умови задачі

Розглянемо задачу на побудову перерізу циліндра площиною, що проходить через задані точки P , Q , R . Точка P належить основі циліндра, Q та R – бічній поверхні використовуючи наступну ДКМ.

Під час демонстрації умови задачі (рис.4.50) відбувається послідовна поява відповідних елементів на комп'ютерній моделі. Таким чином ми формуємо уявлення про те, де на поверхні циліндра знаходяться дані точки. Так, під час появи точки P , виділяється основа циліндра. При повідомленні інформації про точки Q та R , вони з'являються послідовно, після чого проглядаються частини твірних, яким належать ці точки.

Для більш наочного зображення площини основи циліндра ми обмежили її довільним контуром. Використання такої комп'ютерної моделі дає можливість візуалізувати динаміку процесу побудови геометричної фігури, деталізувати його елементи, що сприяє кращому усвідомленню умови задачі.

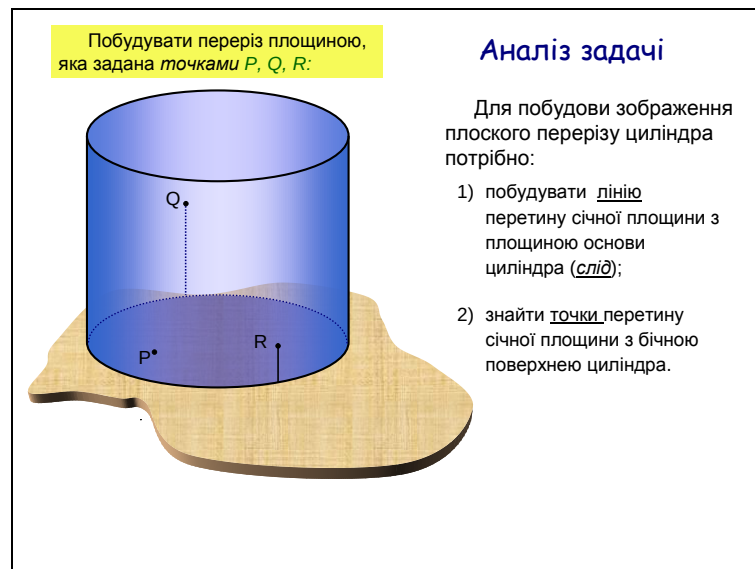


Рис.4.50. Слайд ДКМ: аналіз умови задачі

Аналізуючи умову задачі, учні використовують логічні твердження та міркування, опираючись на рисунок. Визначають шляхи розв'язання задачі, доводять правильність побудов, досліджують можливі випадки розміщення точок, площин, прямих та його вплив на форму перерізу просторової фігури. Для аналізу задачі в комп'ютерній моделі виділяємо окремий слайд (рис.4.50). При цьому умова задачі не зникає з поля зору, та всі об'єкти не змінюють свого положення. Визначаємо, що для побудови зображення плоского перерізу циліндра потрібно знайти слід січної площини з площиною основи циліндра, а потім точки перетину січної площини з бічною поверхнею циліндра. Ці кроки демонструються як окремі слайди.

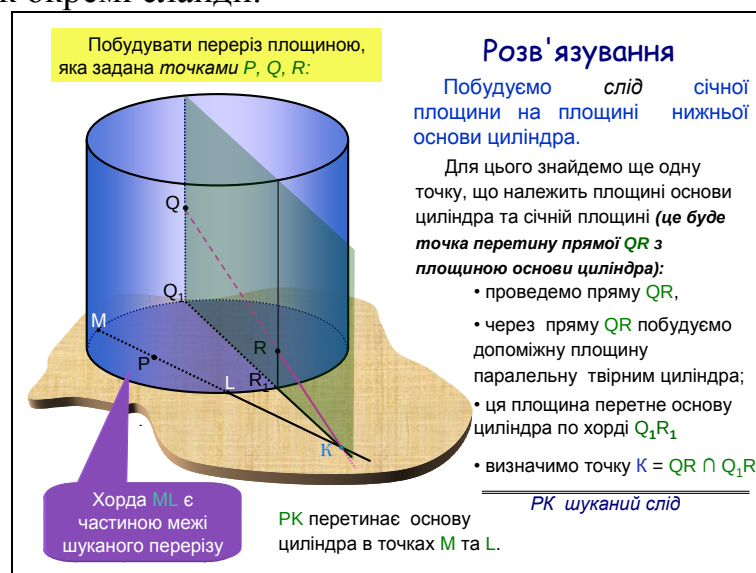


Рис.4.51. слайд ДКМ: поетапна побудова сліду січної площини

На наступному слайді (рис.4.51) демонструємо процес побудови сліду січної площини на площині основи циліндра. Під час реалізації цього кроку, ми фактично розв'язуємо задачу про знаходження точки перетину прямої QR з площиною основи циліндра. Це буде точка K. Вона знаходиться на перетині прямих QR та Q_1R_1 . Оскільки в площині основи розташована точка P, то через

неї і точку К можемо провести пряму, яка буде слідом січної площини на площині основи циліндра. Всі побудови здійснюємо у допоміжній площині, яка містить точки Q, R та паралельна твірним циліндра. Ця пряма перетинає основу циліндра вздовж хорди ML яка є частиною межі перерізу.

Якби точка Р не належала основі циліндра, то треба було б застосувати ще раз алгоритм знаходження прямої QR з площиною основи циліндра.

Знаходження точок перетину січної площини з бічною поверхнею циліндра демонструється на декількох слайдах. Очевидно, що чим більше таких точок, тим точніше можна провести лінію перетину.

Наприклад, на слайді презентаційного ряду (рис.4.52) ми демонструємо поетапне знаходження точки V_1 . Для цього довільним чином визначаємо точку Т, що належить QR. Оскільки точки Р, Т належать січній площині, то пряма РТ теж належить їй. Потрібно визначити, де вона перетинає бічну поверхню циліндра. Для цього проводимо з точки Т пряму ТК паралельну до твірних циліндра. Через прямі РТ та ТК проводимо допоміжну площину. Ця площина перетне основу циліндра по прямій РК та твірних a_1 та a_1' . У побудованій площині однозначно можемо знайти положення точки V_1 , як перетин твірної a_1 та прямої РТ.

На одному із слайдів презентації зазначено алгоритм знаходження точки перетину прямої з бічною поверхнею циліндра. Створено зоровий образ, який дозволяє вказати потрібну точку. Для кращого оволодіння матеріалом варто залучити до активної діяльності самого учня. Тому після покрокової демонстрації знаходження першої точки, учням пропонується самостійно відшукати місце розташування точок V_2, V_3 , використовуючи заготовлені шаблони у друкованих робочих зошитах. Правильність виконаних геометричних побудов перевіряємо під час перегляду відповідного фрагменту ДКМ.

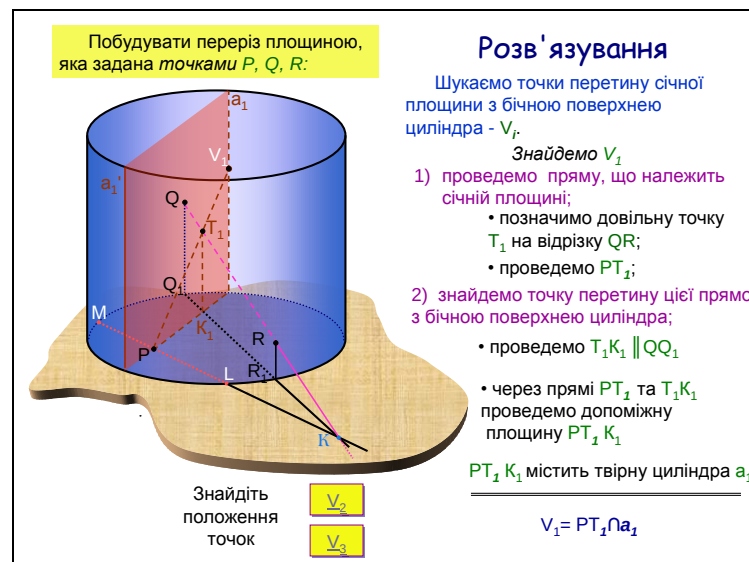


Рис.4.52. Слайд ДКМ: демонстрація алгоритму побудови точок перетину січної площини з бічною поверхнею циліндра

Отже, побудова зображення плоского перерізу циліндра зводиться до побудови точок перетину прямої з поверхнею тіла. Тому для побудови лінії

перетину з бічною поверхнею таких точок потрібно якнайбільше, щоб точніше провести шукану лінію – еліпс чи якусь його частину.

На останньому слайді презентації задачі (рис.4.53), шляхом анімаційних ефектів, ми звільняємося від усіх допоміжних побудов для того, щоб визначити лінію яка обмежує шуканий переріз та візуалізувати її на комп'ютерній моделі.

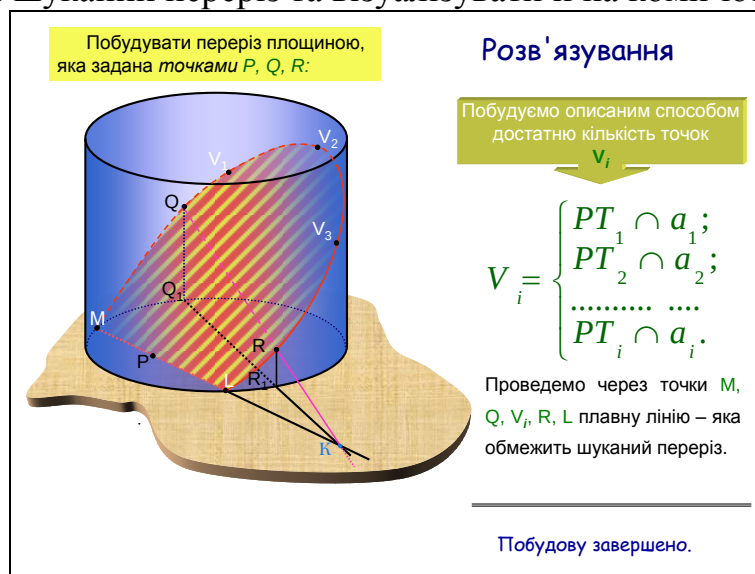


Рис.4.53. Слайд ДКМ: візуалізація перерізу циліндра площиною (PQR)

Залежно від заданих умов, може трапитися, що якась частина точок V_i вийде за межі циліндра. Тоді переріз обмежуватиметься двома кривими та двома відрізками.

У тому випадку, коли слід січної площини не перетинає основу циліндра, або має з нею одну спільну точку - перерізом буде еліпс.

Наведемо приклади задач на формування умінь побудови перерізу циліндра площиною:

37. Точки P, Q, R належать трьом різним твірним циліндра. Побудуйте переріз циліндра площиною PQR. Проаналізуйте різні можливі випадки.

38. Побудувати переріз прямого циліндра площиною, яка задана точками Q, R, що розташовані на бічній поверхні циліндра та точкою P, що належить верхній основі циліндра.

39. На зображенні прямого циліндра побудувати його переріз площиною, який задано прямою a, що лежить у площині його основи та точкою C яка належить бічній поверхні циліндра.

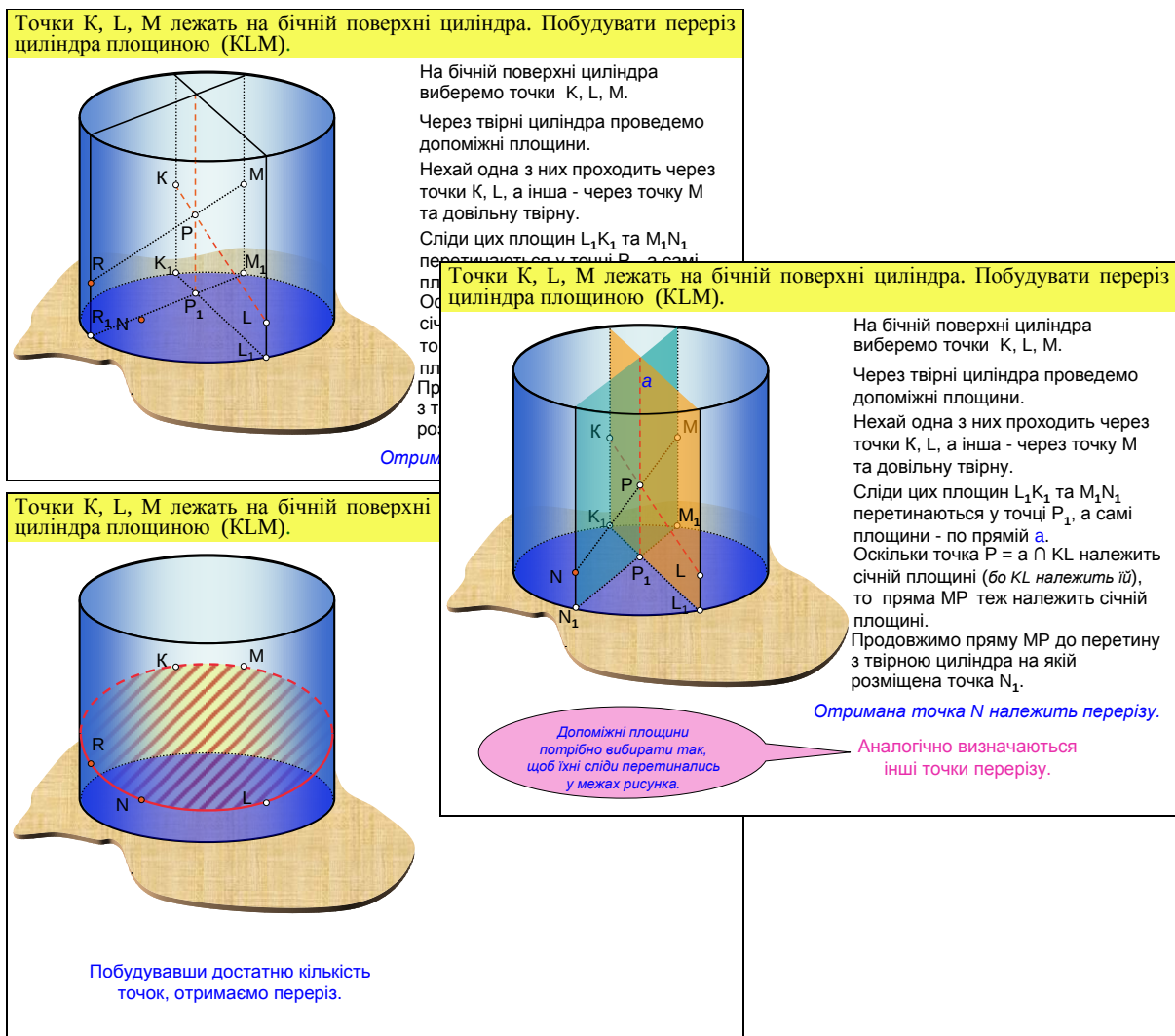


Рис.4.54. ДКМ побудови перерізу циліндра площиною методом паралельного проектування.

Демонстраційна комп'ютерна модель (рис.4.54) наочно ілюструє побудову перерізу циліндра площиною методом внутрішнього проектування. На слайдах ДКМ демонструються кроки побудови перерізу циліндра площиною, яка задана трьома точками на його бічній поверхні. Перший крок передбачає візуалізацію умови задачі. На наступному етапі визначаємо паралельні проекції заданих точок на площину проекції, в якості якої вибираємо площину нижньої основи циліндра. За напрям проектування приймаємо напрям твірної циліндра. Наступним кроком є визначення положення точки перетину січної площини з довільною твірною фігури. Для цього проводимо дві допоміжні площини, одна з яких проходить через твірні на яких розміщені точки K, L, інша – через точку M та довільну твірну циліндра. На наступному кроці будують лінію перетину допоміжних площин на якій визначаємо положення точки, яка належить січній площині. На заключному етапі у допоміжній площині проводимо пряму, яка надасть можливість встановити положення точки бічної поверхні циліндра, що належить січній площині. Побудувавши достатню кількість точок, візуалізуємо переріз просторової фігури, позбувшись допоміжних побудов.

Накопиченню та переробці у свідомості учнів умінь та навичок побудови циліндра площиною методом внутрішнього проектування сприятимуть наступні вправи:

40. На зображенні прямого циліндра побудуйте його переріз площиною, яка задана точками Р, що належить основі циліндра, Q, R – бічній поверхні, методом внутрішнього проектування.

41. Точки Р, Q, R належать трьом різним твірним прямого циліндра. Побудуйте переріз циліндра площиною (PQR) методом внутрішнього проектування.

42. Точки Р, Q належать нижній основі прямого циліндра, R - невидимій частині його бічної поверхні. Побудуйте переріз циліндра площиною (PQR) методом внутрішнього проектування.

Розглянемо яким чином можна доповнити теоретичний матеріал демонстраційними моделями для забезпечення наочності під час розв'язування задач на побудову перерізу конуса площиною.

Чергова ДКМ (рис.4.55) надає можливість продемонструвати вправи типу визначення положення точки перетину прямої з площиною.

На слайді задачі демонструємо положення допоміжної площини у якій визначатимемо шукану точку. Оскільки точки Q та R належать бічній поверхні конуса, то вона проходить через прямолінійні твірні PQ та PR фігури. Точку X визначимо як перетин прямих QR та Q_1R_1 у допоміжній площині.

Для формування умінь та навичок побудови точки перетину прямої з площиною корисними будуть наступні тренувальні вправи:

43. Точка N належать основі похилого конуса. Побудуйте точку перетину прямої, що проходить через точку N, та середину висоти конуса з його бічною поверхнею.

44. Дано точку М зовні конуса, пряма РМ перетинає площину основи конуса в точці M_1 . Побудуйте точку перетину прямої МО з бічною поверхнею конуса.

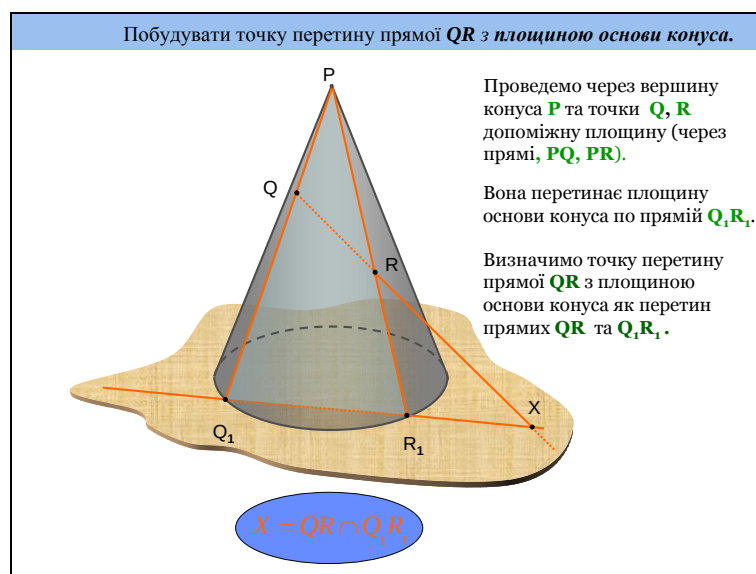


Рис.4.55. Слайд ДКМ: візуалізація алгоритму побудови точки перетину прямої QR з площиною основи конуса

45. Точки M, N належать бічній поверхні прямого конуса. Побудуйте точку перетину прямої MN з площиною її основи. Розгляньте випадки, коли точки належать видимій та невидимій частині поверхні фігури.

Наступна ДКМ (рис.4.56) передбачає побудову лінії перетину площин: площина задана точками L, M, N , які належать бічній поверхні конуса. Побудуйте слід січної площини LMN на площину основи зображення конуса.

Ця задача зводиться до визначення положення точок перетину двох довільних прямих (наприклад LM та LN), що проходять через точки L, M, N .

На першому слайді ДКМ (рис. 4.56) демонструємо покрокову побудову визначення положення точки X – точки перетину прямої LM з площиною основи конуса.



Рис.4.56. Слайд ДКМ: поетапна демонстрація побудови сліду січної площини, крок 1

На другому слайді ДКМ (рис.4.57) демонструємо визначення положення точки перетину прямої LN з площиною основи конуса. При цьому допоміжні площини передбачені ходом побудов з'являються послідовно, не перевантажуючи рисунок.



Рис.4.57. Слайд ДКМ: поетапна демонстрація побудови сліду січної площини, крок 2

Наступному накопиченню та переробці у свідомості учнів геометричних фактів, формуванню просторових уявлень, розвитку уяви, конструктивно-геометричних умінь учнів має сприяти подана нижче добірка вправ щодо побудови лінії перетину прямої з площиною (для конуса):

46. На зображенні конуса (рис.4.57) задано його переріз площиною α . Побудуйте слід цієї площини на площині основи конуса.

47. Точки М, L, N належать твірним похилого конуса. Побудуйте точку перетину довільної твірної конуса з площиною (MLN).

48. Січна площина задана твірною РА та точкою В, що належить бічній поверхні конуса з вершиною Р. Побудуйте лінію перетину (РАВ) з площиною основи конуса.

Розглянемо третій тип задач на побудову перерізу конуса площиною. Для цього пропонуємо використати ДКМ поетапної побудови перерізу конуса, завдяки якій в учня буде формуватися вміння отримати шуканий переріз.

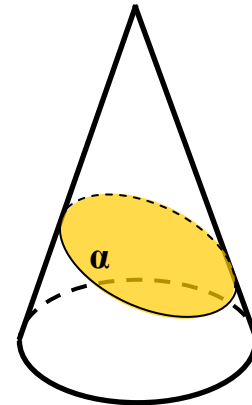


Рис.4.57. Рисунок до задачі 46

На першому слайді презентації (рис.4.58) демонструємо умову задачі: побудувати переріз конуса площиною, яка задана точкою Q , що належить бічній поверхні конуса та прямою a , що належить площині його основи.

Умова задачі на екрані з'являється поступово в строгому порядку. Кожна порція інформації супроводжується відповідним анімаційним ефектом. Так, коли з'являється інформація про пряму, яка належить площині основи конуса, то спочатку з'являється сама площина, а потім пряма. На слайді потрібні елементи виділені кольором (позначення точки, прямої, фон площини та конуса). Це сприяє кращому розумінню умови задачі, викликає естетичну привабливість спостережуваних об'єктів.

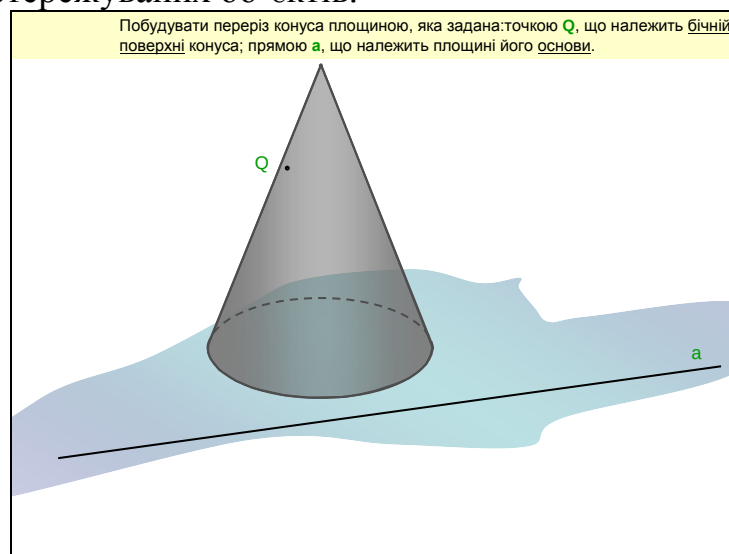


Рис.4.58. Слайд ДКМ: демонстрація умови задачі

Визначаємо шлях розв'язування задачі. Основною ланкою в алгоритмі побудови перерізу конуса є побудова точок перетину прямої з поверхнею конуса (рис. 4.59). Для його реалізації визначимо довільні точки A_i на прямій a ; проведемо прямі QA_i ; знайдемо положення точок M_i (перетин прямих з поверхнею конуса). На даному етапі ми поставили проблему: як потрібно шукати точки M_i ?

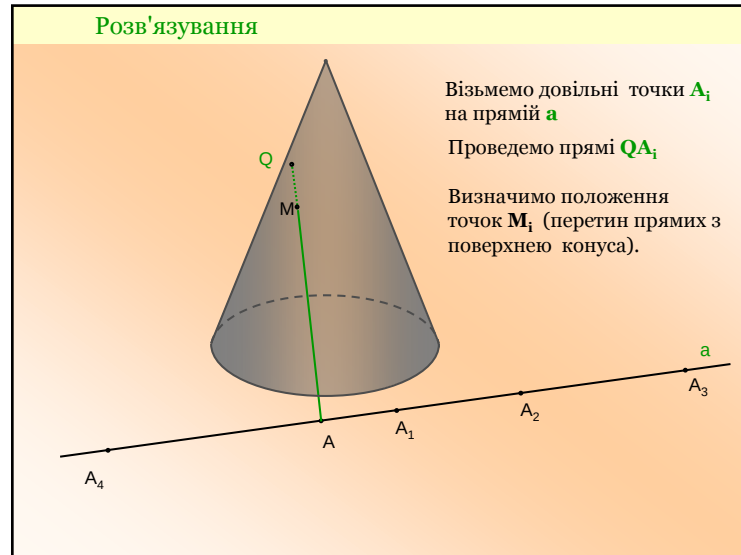


Рис.4.59. Слайд ДКМ: аналіз умови задачі

Кожен названий крок демонструємо на відповідному слайді (рис.4.60, 4.61).

Для розв'язання проблеми через пряму QA та вершину конуса проводять допоміжну площину і визначають переріз цієї площини з поверхнею конуса. Тоді точка M , яка знаходиться на перетині прямої з перерізом, – шукана. На наступних слайдах продемонструємо як знаходити точки M_i . Зауважимо, що побудова кожної з точок перерізу буде здійснюватись окремо у чітко визначеній послідовності дій, які слід виконувати учням.

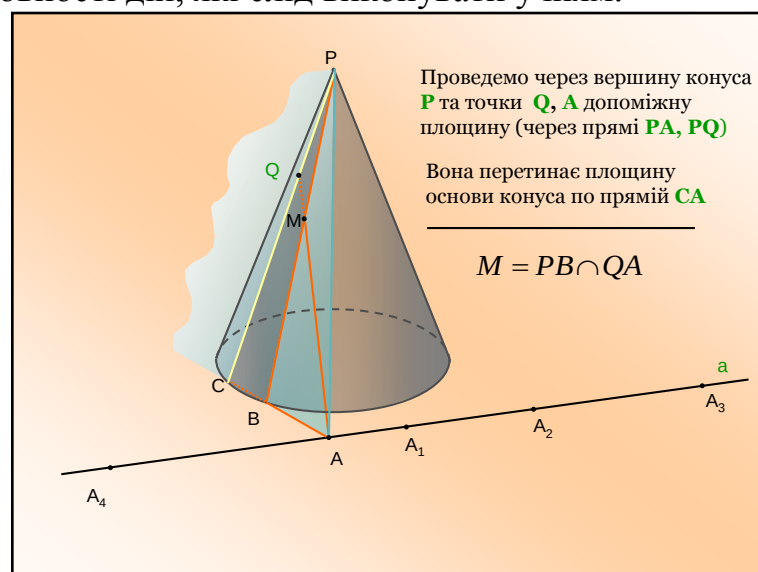


Рис.4.60. Слайд ДКМ: демонстрація алгоритму побудови точки M

На слайді (рис.4.59) демонструємо алгоритм знаходження точки M , що

належить перерізу конуса. Спочатку проведемо через вершину конуса P та точки Q , A допоміжну площину (через твірні PA , PQ). Вона перетинає площину основи конуса по прямій CA . Точку M отримуємо як перетин прямих PB та QA . Комп'ютерна модель надає можливість учневі уявити де проходить вказана допоміжна площина, що демонструється на екрані. Він без особливих труднощів зможе вказати точку, що належить шуканому перерізу. Зауважимо, що в звичайних умовах при зображенні на дошці учитель змушений пропускати цей етап, щоб не перевантажувати рисунок.

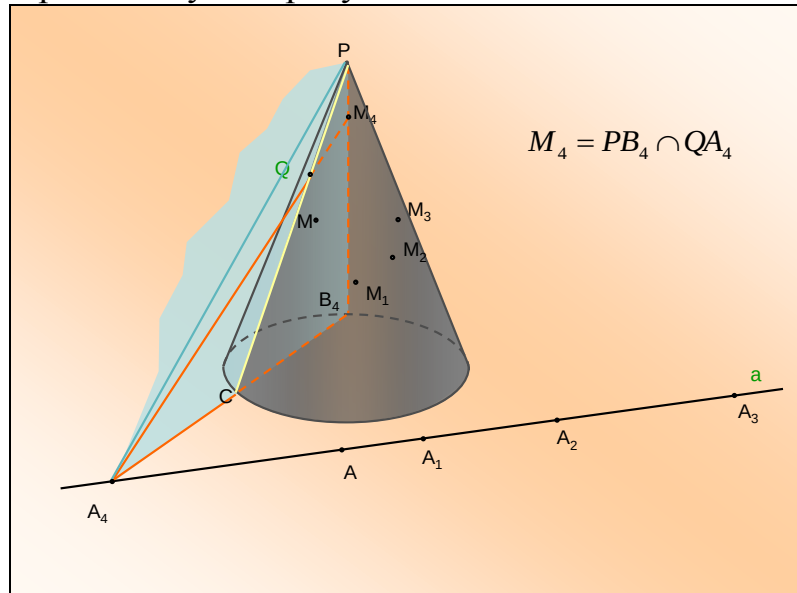


Рис.4.61. Слайд ДКМ: демонстрація алгоритму побудови точки M_1

Аналогічно будемо визначати інші точки перерізу конуса площиною. Важливо, що кожен етап задачі відображається на окремих слайдах презентації. Певні допоміжні побудови використовуються з метою знаходження відповідної точки. Вони зовсім не потрібні для знаходження іншої. Тому перед кожним наступним кроком попередні побудови необхідних ліній і перетворень зникають з поля зору, а потрібні з'являються. Точки, що належать шуканому перерізу, залишаються.

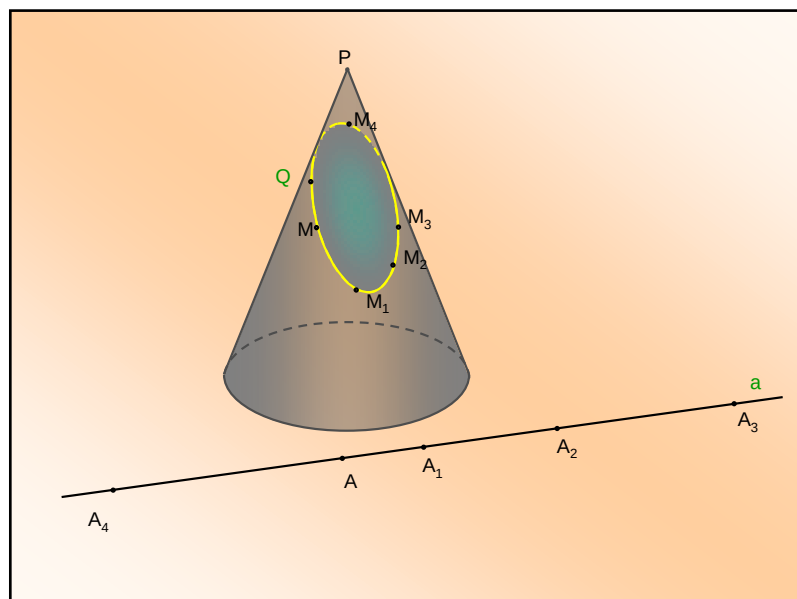


Рис.4.62. Слайд ДКМ: візуалізація перерізу конуса площинною

Побудувавши достатню кількість точок M_i , зможемо провести через них плавну лінію, яка і визначатиме переріз. У даній задачі ми обмежилися п'ятьма точками. На наступному слайді показано межі шуканого перерізу та сам переріз (рис.4.63). Всі допоміжні побудови ліквідовані.

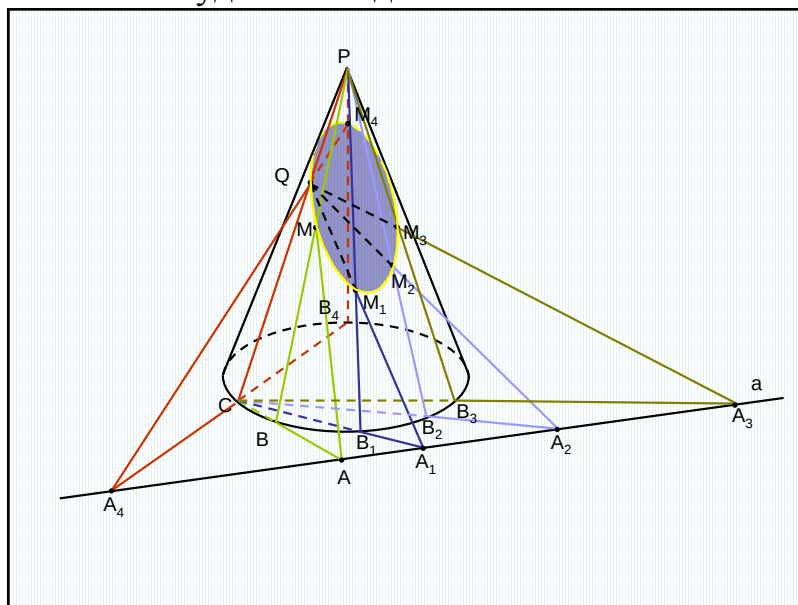


Рис.4.64. Фрагмент робочого зошита

На слайді (рис.4.64) показано кінцевий варіант рисунка, який має отримати учень у своєму зошиті в результаті виконаних побудов. В ході розв'язання цієї задачі вчитель може запропонувати учням виконувати побудову різними кольорами. На кожну точку - один колір. Всього п'ять та ще один для позначення шуканого перерізу. Зрозуміло, що традиційна заготовка в зошиті для учня є важливим елементом залучення до процесу навчання кінестетичних аналізаторів. Використання кольорової гами, порівняння зі спостережуваним об'єктом на екрані, дозволяє осмислено сприймати та усвідомлювати процес побудови, що в цілому приводить до формування правильних уявлень та сприяє розвитку просторової уяви.

Використовуючи запропоновану комп'ютерну модель побудови та знаходження точок перетину конуса площиною, вчитель отримує можливість застосувати різні прийоми роботи з учнями для кращого засвоєння матеріалу. Наприклад, спочатку продемонструвати послідовність побудови для знаходження точок перерізу конуса даною площиною. У подальшому учні можуть повторювати дії, що демонструються на екрані. На наступному етапі слід пропонувати учням самостійно виконати побудову для визначення точки перерізу, а потім перевірити результат власної роботи шляхом порівняння з покроковою побудовою, яка демонструється у комп'ютерній моделі. Працюючи з цією презентацією у власному темпі, учень навчається на різних рівнях засвоєння інформації, змінює форми діяльності. При цьому важливо, що вчитель має нагоду працювати з класом, а не виконувати рисунок на дошці. Він бачить учня, контролює його роботу, корегує її, так як ДКМ власне

- перехід до необхідного матеріалу, шляхом використання системи гіперпосилань;

- вибір швидкості подачі матеріалу під час уроку і самостійної роботи з демонстраційною моделлю.

Учитель, оперуючи ДКМ, оформленими у вигляді послідовних слайдів, має можливість:

- підвищити інтерес учнів до вивчення предмету та навчання;

- активізувати діяльність учнів під час уроку;

- проводити навчання на різних рівнях складності та у відповідному до рівня підготовки учнів темпі;

- дотримуватись закономірностей навчального процесу (первинне сприйняття, усвідомлення, запам'ятовування);

- забезпечити вирішення завдань розвитку логічного мислення, уяви та просторових уявлень.

В ході розв'язання задачі вчитель може запропонувати учням виконувати побудови різними кольорами. Тут корисним може стати використання допоміжного дидактичного матеріалу, який буде містити умову задачі, з відповідними рисунками просторових фігур. Для учня залишається записати лише розв'язання задачі та виконати необхідні побудови, що здійснює позитивний вплив на сприйняття навчального матеріалу, шляхом залучення до процесу навчання кінестетичних аналізаторів. Продуктивність навчання збільшується, якщо одночасно задіяні зоровий і слуховий канали сприйняття інформації. Тому доцільно використовувати для тексту й графічних зображень звуковий супровід, що підвищить ефективність сприйняття навчального матеріалу. Таким чином забезпечується індивідуалізація навчання, враховуються вікові та психологічні особливості учнів.

Використання кольорової гами, порівняння зі спостережуваним об'єктом на екрані, дозволяє осмислено сприймати та усвідомлювати процес побудови, що в цілому приводить до формування правильних уявлень та просторової уяви.

Застосування запропонованих ДКМ під час розв'язування стереометричних задач є ефективним засобом наочності та сприяють розвитку просторової уяви учнів. Такий матеріал полегшує розуміння і засвоєння учнями викладеного матеріалу, викликає просторове уявлення співвідношень і надає їм конкретної геометричної форми. Це відбувається за рахунок активного залучення до роботи обох півкуль головного мозку, в якому, як відомо, ліва півкуля більш задіяна при освоєнні точних наук, а права – за образно-емоційне сприйняття інформації і активно працює саме для візуалізації останньої.

Наочність слід використовувати не лише для ілюстрації, а й у ролі самостійного джерела знань. Тому, після деяких узгоджень комп'ютерної програми, учитель може розмістити такий матеріал на сайті, а учень користуватися ним вдома.

Як засвідчує проведений педагогічний експеримент, спеціально дібрана система вправ, яку вчитель використовує під час заняття, сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу. У дослідженні М. Б. Ковальчук відзначено,

що підбір задач повинен бути однією з головних навчально-методичних цілей кожного уроку геометрії [9]. Розглянутий вище матеріал не вичерпує багатоманітності вправ, що сприяють розвитку просторової уяви учнів, однак він визначає певну систему, за результатами виконання яких можуть бути успішно вирішенні основні завдання під час вивчення геометрії в школі.

Отже ефективність використання комплексу ДКМ з метою навчання побудови стереометричних фігур та розвитку просторової уяви надає можливість:

- створити адекватний образ зображеної фігури, що приводить до правильного її уявлення;
- ілюструвати прийоми побудов, як основних так і додаткових, не загромаджуючи рисунок;
- поетапної демонстрації дій під час виконання побудов;
- яскраво і наочно ілюструвати думку вчителя появою відповідних об'єктів під час пояснення, що сприяє кращому усвідомленню матеріалу, розвитку просторової уяви учнів;
- змінити ступінь складності запропонованих задач, який виростає в міру конструктивного ускладнення фігури та враховувати основні типи задач на побудову у стереометрії;
- забезпечити диференціацію навчання в залежності від навчальних можливостей учнів;
- індивідуалізувати процес навчання побудови стереометричних фігур;
- підвищити інтерес учнів до навчання, позитивними емоціями пов'язаними з естетичною насолодою від красивих форм;
- підвищити ефективність сприйняття навчального матеріалу за рахунок подолання труднощів під час перекодування умовно-графічно зображення просторового тіла;
- наповнити інформаційний простір, використовуючи ІКТ.

Список використаних джерел до розділу 4.

1. Адамар Ж. Елементарна геометрія : в 2 ч. Ч.2, вип. 2. Стереометрія / Ж. Адамар ; пер. В. Е. Бучков, Я. Д. Костецький – К. : Рад. шк., 1955 – 244 с.
2. Борейко О. С. Развитие пространственных уявлений учнів X – XI кл. при вивченні стереометрії : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / О. С. Борейко. – К., 1991 – 166 с.
3. Владимирский Г. А. О методах использования чертежа в преподавании геометрии / Г. А. Владимирский // Математика в шк. – 1946. – № 4. – С. 26–29.
4. Гибиш А. И. Принципы, методы и формы обучения математике : вопр. общ. методики математики / А. И. Гибиш // Известия Акад. пед. наук РСФСР – М., 1958. – Вып. 92. – С. 95–148.
5. Глейзер Г. Д. Развитие пространственных представлений школьников при обучении геометрии / Г. Д. Глейзер. – М. : Педагогика, 1978. – 108 с.
6. Говорун Д. И. Творческое воображение и эстетические чувства. – К.: Вища шк., 1990. – 143 с.

7. Гольдберг Я. Е. С чего начинается решение стереометрической задачи : пособие для учителя / Я. Е. Гольдберг. – К. : Рад. шк., 1990. – 118 с.
8. Зенгин А. Р. Основные принципы построения изображений в стереометрии : пособие для учителя / А. Р. Зенгин. – М. : Учпедгиз, 1962. – 107 с.
9. Ковальчук М. Б. Комп'ютерно-орієнтована методика узагальнення і систематизації знань та вмінь в процесі навчання учнів геометрії : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / М. Б. Ковальчук ; Вінниц. нац. техніч. у-нт. – Вінниця, 2005. – 216 с.
10. Литвиненко В. Н. Задачи на развитие пространственных представлений : кн. для учителя / В. Н. Литвиненко. – М. : Просвещение, 1991. – 127 с.
11. Лоповок Л. М. Зображення круглих тіл : посіб. для вчителів серед. шк. / Л. М. Лоповок. – К. : Рад. шк., 1978. – 136 с.
12. Савченко В. М. Изображение фигур в математике / В. М. Савченко. – К. : Вища шк., 1978. – 136 с.
13. Тадеєв, В. О. Геометрія. Фігури обертання. Векторно-координатний метод : дворів. підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. / В. О. Тадеєв ; за ред. М. Й. Ядренка. – Т. : Богдан, 2004. – 480 с.
14. Цукарь А. Я. Упражнения на развитие пространственного воображения : задания для учащихся / А. Я. Цукарь. – СПб : Союз, 2000. – 114 с.
15. Четверухин М. Ф. Изображение фигур в курсе геометрии: пособие для учителей / М. Ф. Четверухин. – М. : Учпедгиз, 1958. – 216 с.
16. Четверухин Н. Ф. Вопросы формирования и развития пространственных представлений и пространственного воображения учащихся / Н. Ф. Четверухин // Формирование и развитие пространственных представлений у учащихся. – М., 1964. – С. 52–60.
17. Четверухин Н. Ф. Опыт исследования пространственных представлений и пространственного воображения учащихся / Н. Ф. Четверухин // Известия Акад. пед. наук РСФСР. – М., 1949. – Вып. 21. – С. 5–50.
18. Четверухин, Н. Ф. О развитии пространственных представлений и понятий учащихся в связи с выполнением и чтением чертежей / Н. Ф. Четверухин // Тр. науч. семинаров / под ред. Н. Ф. Четверухина. – М., 1964. – Вып. 1. – С. 5–50.
19. Якимович В. Теоретико-педагогічні засади розробки змісту навчання методів розв'язування стереометричних задач на побудову / В. Якимович // Математика в шк. – 2008. – № 11/12. – С. 55–61.

5 РОЗДІЛ

АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ З ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ З ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРА

1. Методика застосування інформаційних технологій під час вивчення нового матеріалу з електродинаміки в загальноосвітній школі

Питання електродинаміки займають одне із самих значних місць в курсі фізики загальноосвітньої школи. І це певною мірою закономірно, так як вони повністю відповідають тому значенню, яке цей розділ має для формування в учнів уяви про загальну картину світу.

Вивчаючи курс фізики в 10 класі, учні вже дістали певні відомості про електричні явища при вивченні курсу фізики в 8 класі, де розділ «Електрика» значно розширено. Отже, є можливість викладати цей розділ у старших класах на значно вищій теоретичній основі.

Розглядаючи загальні питання методики навчання фізики, ми вже говорили про значення фізичних теорій для забезпечення науковості у викладанні, про те, що застосування теорій дає учням можливість з'ясувати процеси розвитку природних явищ і діалектичний характер розвитку пізнання, передбачити хід певних процесів та ін.

Успішне засвоєння змісту матеріалу, що вивчається, в більшості залежить від широкого застосування у викладанні ряду дидактичних прийомів, що активізують пізнавальну діяльність учнів. До них відносяться прийоми співставлення і порівняння понять, явищ, закономірностей, що мають властивість подібності, застосування аналогій і моделей.

Аналіз спеціальної літератури, присвяченої використанню інформаційних технологій, зокрема при вивченні фізики, показує, що вони знайшли застосування в різних видах навчальної діяльності. Однак питання методики застосування комп'ютерних технологій на конкретних видах занять ще потребує досліджень і доказів. Серед фахівців відбувається продуктивна дискусія відносно методики застосування та розробки необхідних програмованих засобів до використання засобів мультимедіа.

Тому, заповнюючи прогалини в дидактиці застосування інформаційних технологій на конкретних видах занять, де одним з напрямків є ефективність застосування мультимедійної техніки при вивченні нового матеріалу [6, 10, 11, 15, 16, 17, 22, 28], потрібно відмітити, що комп'ютер, підключений з відеопроєктором під управлінням вчителя, може виконувати наступні функції:

- 1) виводити на екран, враховуючи темп уроку, банк даних;
- 2) виконувати графічне представлення будь-якої математичної функції;
- 3) бути засобом анімаційного моделювання з використанням мультимедійних технологій;
- 4) комп'ютер і демонстраційний експеримент.
- 5) проводити потрібні числові розрахунки;

Для наочності розглянемо варіанти прикладів, які демонструють, як виконуються вище перераховані функції з використанням інформаційних технологій в загальноосвітній школі під час викладання нового матеріалу.

1. Виводити на екран, враховуючи темп уроку, банк даних.

Вивчення нового матеріалу на уроках з фізики потребує спеціальної додаткової інформації, яка є в довідниках чи каталогах, але користуватися нею в темпі уроку незручно і недоречно, оскільки, вони містять велику кількість інформації, як правило громіздкої.

Тому такі довідкові дані концентруємо в спеціально розробленій програмі, яку вводимо в пам'ять комп'ютера.

Наведемо чотири приклади, де комп'ютер на уроці за вказівкою вчителя виводить на екран (мультимедійну дошку) деякі схематичні класифікації.

Приклад 1. Тема уроку «Струм в газах» [3, 13]. Педагогічний програмний засіб (ППЗ), який ми будемо використовувати, містить опрацьовану інформація з різних джерел. Інформація, що закладена в програмний засіб, стосується класифікації розрядів, їх характеристики, умов виникнення, станів іонізації газу, що відповідно зумовлені температурою, провідністю, спектрами випромінювання та поглинання, та ін. За допомогою комп'ютера, вчитель в заданому режимі автоматично витримує всі паузи, змінює графічне зображення, залишаючи на екранах тільки ту інформацію, яку потрібно зафіксувати і детальніше обговорити. Кінцевий слайд екрана, коли комп'ютер працює лише в режимі виведення закладеної в неї інформації, у вигляді схеми показано на рисунку 5.1.



Рис. 5.1. Вигляд екрану (мультимедійної дошки) в момент виведення схеми «Класифікація розрядів».

Приклад 2. Урок читається в 10 класі з теми «Магнітні властивості речовин» [1]. Схема закладена в пам'ять комп'ютера і висвітлюється в момент часу, коли учитель розповідає про класифікацію речовин за магнітними властивостями. На екрані ця інформація має вигляд, що зображений на рисунку 5.2.



Рис. 5.2. Схема класифікації речовин за магнітними властивостями.

Приклад 3. При проведенні уроку з теми: «Електричний струм у вакуумі. Вакуумний діод» [24], комп'ютер теж може виступати як банк інформації. Так, наприклад, при демонстрації слайду 11, спостерігаємо таблицю, в якій наведені параметри матеріалів, що використовуються в електронних лампах (рис. 5.3).

Матеріал	Робота виходу електронів	Температура плавлення
Натрій	2.3 eV	150 °C
Цезій	1.05 eV	232 °C
Вольфрам	4.53 eV	2500 °C
Калій	2.2 eV	188 °C

Рис. 5.3. Порівняльна таблиця роботи виходу і температури плавлення різних матеріалів.

На цьому ж уроці вчитель, використовуючи засоби мультимедіа уже на слайді 25 демонструє декілька видів комбінованих ламп (рис. 5.4).

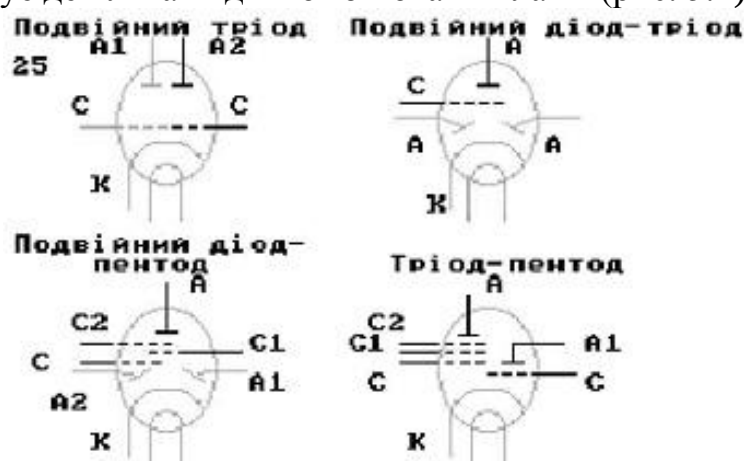


Рис. 5.4. Схеми комбінованих ламп.

Приклад 4. Тема уроку «Електричний струм у напівпровідниках». Розглянемо ще один із прикладів, де комп'ютер під час викладання нового матеріалу в загальноосвітній школі, працюючи як банк даних, видає більш

складну інформацію.

Вивчаючи тему «Електричний струм у напівпровідниках», учні вже знайомі з поняттям провідник і діелектрик, тому попередньо, доцільно, буде нагадати учням про провідники і діелектрики, а особливо про їх властивості [12, 19].

В цьому випадку використовується програма, яка має назву «РР.». Працюючи за цією програмою, комп'ютер виводить на екран (мультимедійну дошку) тільки ту інформацію, яка необхідна учням. Так серія слайдів дає можливість учням в динаміці ніби спостерігати будову провідника, а слайд 11 його основні властивості. На рисунку 5.5 наведений слайд 11 з цієї серії після, якого учитель робить паузу.

Паузи необхідні для надання можливості учням обговорити чи зафіксувати інформацію, яку вони щойно одержали. Під час паузи також працює електронний покажчик, який потрібний для концентрації уваги учнів на необхідному елементі схеми, рисунка 5.або властивостей чи потрібного числа.

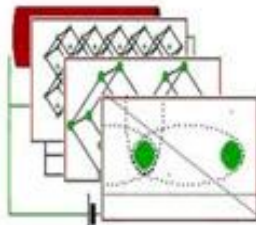
11	П Р О В І Д Н И К
	1. Багато вільних електронів
	2. Низький питомий опір $10E-6 \dots 10E-3 \text{ Ом.см}$
	3. Виникає ел. поле зникає миттєво, якщо його не підтримувати
	4. Лінійна залежність опору від температури
	5. Концентрація електронів постійна

Рис. 5.5. Вигляд екрана в момент демонстрації основних властивостей провідника.

Після акцентування уваги учнів на понятті провідник, звертаємо увагу класу на матеріали, які не проводять електричний струм, тобто діелектрики. Далі вчитель, використовуючи комп'ютер, видає цілу низку слайдів, де моделює непроходження електричного струму через діелектрик і його будову, а в кінці цього блоку інформації висвічується на екрані слайд 19, який демонструє основні властивості діелектрика, що зображений на рисунку 5.6.

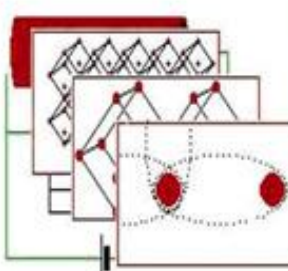
19	Д І Е Л Е К Т Р И К
	1. Сильний зв'язок ел-нів з атомом
	2. Великий питомий опір $10E10 \dots 10E20 \text{ Ом.см}$
	3. Виникає ел. поле існує довго
	4. Експоненціальна залежність опору від температури
	5. Відсутність вільних електронів

Рис. 5.6. Вигляд монітора в момент виведення довідкових даних про діелектрик.

Детально прокоментувавши всі властивості діелектрика або попросивши це зробити одного з учнів, вчитель переходить до теми «Електричний струм у напівпровідниках».

Працюючи аналогічно, вчитель використовуючи комп'ютер як технічний засіб навчання, видає цілу низку слайдів, в яких учні мають можливість спостерігати уже будову германію. Починаючи з демонстрації кристалу (слайд 20) комп'ютер під керівництвом вчителя, ніби маючи незвичайний збільшувач, починає показувати цілу низку моделей. Так слайд 21 показує, що напівпровідник має кристалічну будову, а слайд 22 демонструє більш детальну будову кристалічної ґратки самого кристалу германію. Моделюючи ковалентний зв'язок, тобто рух валентних електронів, вчитель уже демонструє слайд 23. Закінчується цей блок інформації демонстрацією слайду 24, який і показаний на рисунку 5.7.



Рис. 5.7. Вигляд екран (мультимедійної дошки) в момент виведення інформації про напівпровідник.

2. Графічне представлення будь-якої математичної функції.

На уроках з фізики учитель має можливість поєднати обчислювальні можливості інформаційних технологій при поясненні різноманітних математичних залежностей. Таке використання комп'ютера є те нове в методиці навчання фізики, чого не можуть здійснити, використовуючи традиційні ТЗН. Виконуючи перед учнями обчислення, учитель може показати як змінюється вигляд графіка від зміни одного або кількох параметрів, що дає можливість їх порівнювати і аналізувати [17, 18, 28].

Розглянемо приклад одного з уроків з розділу «Коливання і хвилі», тема якого «Електромагнітні коливання» [27]. Така тема читається в 11 класі після того, як учні знають, що таке амплітуда, зміщення, фаза і початкова фаза. Вони вже спостерігали демонстрації, що пов'язані з зарядженням конденсатора і під'єднання його до котушки індуктивності. Тобто на такому уроці, на якому використовується мультимедіа, ставиться мета закріпити прослуханий матеріал і ще раз використовуючи уже числа, переглянути такі графічні моделі, які не може відтворити осцилограф. Учитель після того, як навів приклади джерел електромагнітних коливань, до яких відносяться: коливальний контур, механічний вібратор, рентгенівська трубка, на дошці записує рівняння, що описує вільні коливання.

На екрані (мультимедійні дошці) рівняння власних електромагнітних коливань з'являється теж. Комп'ютер працює в режимі очікування. Вчитель промовляючи слова: «Введемо значення амплітуди», яке в рівнянні позначається літерою «А», вводить число «50». Тепер введемо частоту коливань, яка в рівнянні є складовою циклічної частоти ω і визначається за формулою:

$$\omega = 2\pi f. \quad (1)$$

Нехай в нашому випадку $f = 50$, тобто 50 Гц. Тепер вводимо початкову фазу Y_0 . Нехай в нашому випадку $Y_0 = 0$. Комп'ютер проводячи обрахунки, на екрані буде перший графік.

Вчитель пояснює, акцентуючи увагу учнів на те, що графік починається з початку координат, так як $Y_0 = 0$ і має вигляд синусоїди.

Тепер вчитель запитує учнів: «А як буде виглядати графік, якщо ми зменшимо амплітуду і трохи змінимо частоту, зменшивши її на 20 Гц, але початкову фазу залишивши незмінною?» Знову перед учнями вчитель вводить $A = 20$, $f = 10$, $Y_0 = 0$. Отримавши такі дані, комп'ютер на екран (мультимедійну дошку) виводить другу синусоїду.

Після отримання кривої учитель розставляє відповідні акценти і пропонує учням змінити ще раз числові значення: $A = 30$, $f = 10$, $Y_0 = 5$. Учні знову мають можливість на телемоніторах спостерігати уже третю криву і з допомогою вчителя порівняти зміну загального вигляду цих кривих. Вигляд екранів моніторів телевізійної системи в такому режимі роботи комп'ютера показано на рисунку 5.8.

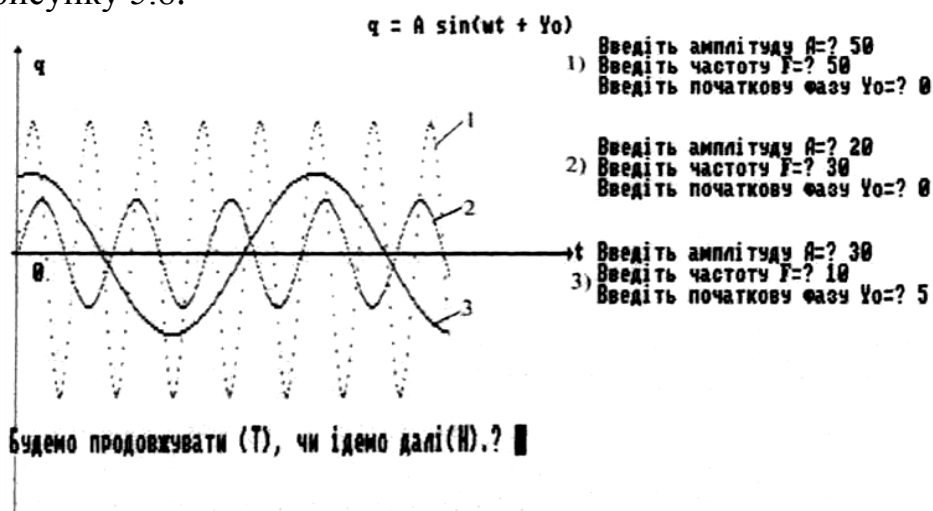


Рис. 5.8. Вигляд екрана (мультимедійної дошки) під час викладання теми «Електромагнітні коливання».

Звичайно, це можливо побачити і на осцилографі. Вчитель проводить демонстрацію синусоїди, проте він не в змозі одночасно зафіксувати числову залежність заряду q від частоти f , амплітуди A і особливо початкової фази Y_0 .

Використовуючи програму, яка розроблена за таким самим сценарієм, як і попередня, на іншому уроці можна проводити розрахунки і демонструвати затухаючі коливання та їх складання. Затухаючі коливання відображає слайд,

що наведений на рисунку 5.9.

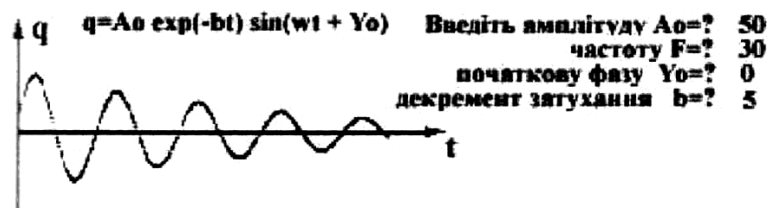


Рис. 5.9. Вигляд екрану під час вивчення затухаючих коливань.

Цікавим є випадок, коли за допомогою комп'ютера будуються графіки при вивченні теми «Складання коливань», яка розглядається в 11 класах фізико-математичних ліцеїв (рис 5.10).

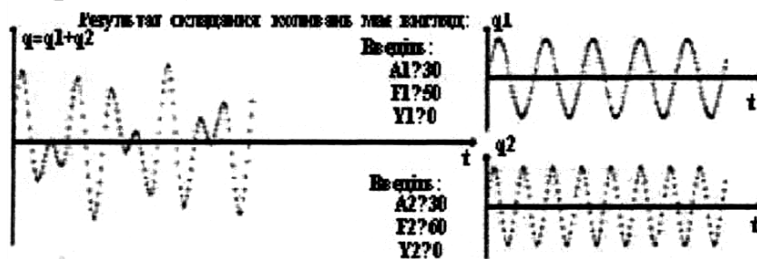


Рис 5.10. Вигляд екрану під час отримання графічної інформації при вивченні теми «Складання коливань».

3. Комп'ютер як засіб моделювання з використанням мультимедійних технологій.

Комп'ютер можна використовувати також на шкільних лекціях для імітаційного моделювання складних фізичних дослідів, технічних установок або різних технологічних процесів. Це сприяє кращому розумінню дослідів, будови і принципу дії пристроїв, приладів, установок, явищ тощо.

Комп'ютерні моделі дають змогу слухачам наочно уявити об'єкт або ті експерименти і технологічні процеси, які неможливо продемонструвати на уроці.

Наведемо вісім конкретних прикладів, де вчитель, проводячи урок, використовує на ньому такі можливості комп'ютера.

Приклад 1. Урок з фізики для 10 класу на тему «Електричний струм у вакуумі. Електронна емісія. Вакуумний діод».

Тему уроку бажано почати з деяких фактів, що пов'язані з історією використання вакуумних приладів [24].

Вчитель розповідає учням, що вакуум відмінний ізолятор тому, що в ньому немає вільних електронів та іонів. У вакуумі струм не виникає навіть при створенні різниці потенціалів. Після натискання клавішу «пропуск», програма починає працювати, на екрані з'являється зображення, яке наведене на рисунку 5.11.

Далі вчитель говорить: «Всі електричні процеси, що протікають в робочому просторі приладу, базуються на русі електрично заряджених частинок у вакуумі». Отже, якщо в посудину, де є вакуум, ввести електрони від стороннього джерела, (наприклад, радіоактивний елемент), то під дією зовнішнього електричного поля виникає направлений рух електронів, тобто в

вакуумі виникає електричний струм.

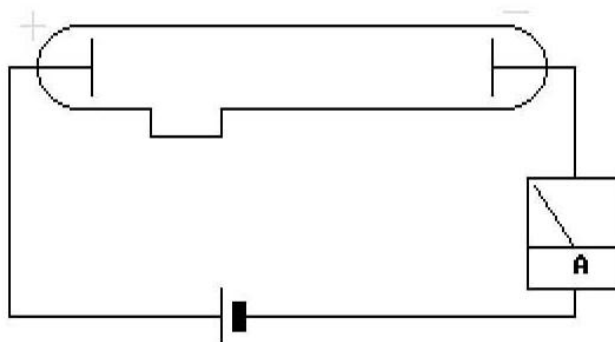


Рис. 5.11. Слайд 2 демонструє відсутність струму у вакуумі.

Вчитель знову дає команду комп'ютеру (натиснувши будь-яку клавішу) і на екрані з'являється наступний слайд, де вже у вакуумну трубку введений радіоактивний елемент і моделюється рух електронів, тобто β -частинок (слайд 3 Рис. 5.12).

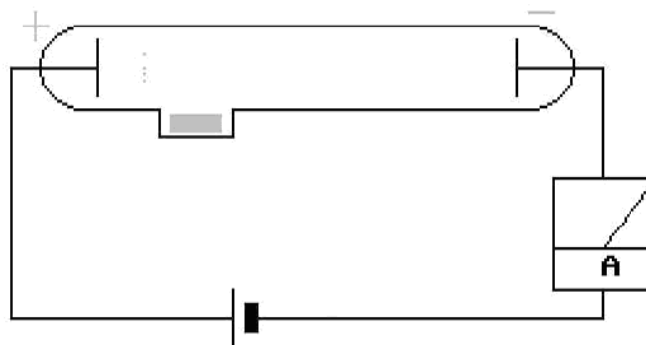


Рис. 5.12. Слайд 3 відображає вакуумну трубку, в яку внесено радіоактивний елемент.

Вчитель продовжує, при цьому констатує, що електронний електровакуумний прилад - це прилад, в якому проходження електричного струму здійснюється тільки вільними електронами.

Далі вчитель говорить, що електрони можливо отримати не тільки за рахунок β -розпаду, фотоефекту чи антидинатронного ефекту, але і за рахунок термоелектронної емісії. І тут же дає визначення термоелектронної емісії. Приклавши різницю потенціалів, ми можемо спостерігати рух електронів від катода (тобто розжареної нитки, яка і є джерелом електронів) до анода, що ілюструє слайд 5 зображений на рисунку 5.13.

Тепер можна сформулювати означення: електровакуумними приладами називають такі прилади, в яких робочий простір ізольований газонепроникною оболонкою, має високий степінь розрідження. Дія, таких приладів ґрунтується на використанні електричних явищ у вакуумі.

В цей момент програма зупинилася і чекає сигналу вчителя. Вчитель детальніше зупиняється на електронних лампах. Знову запускає програму і дає визначення електронної лампи. Потім показує, за якими ознаками та параметрами поділяються електронні лампи, і приступає до розгляду будови електронних ламп.

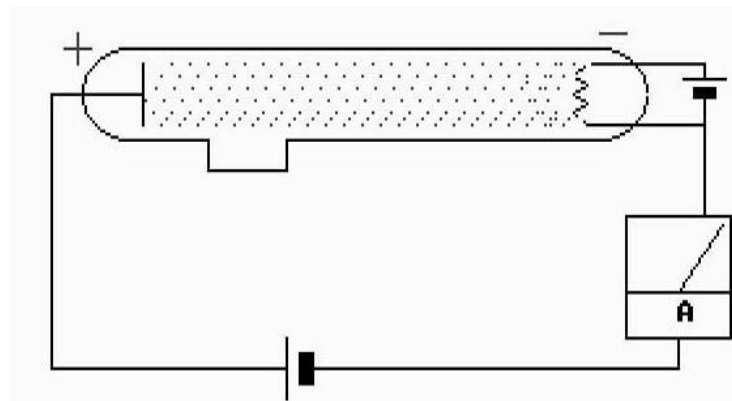


Рис. 5.13. Слайд 5 демонструє рух електронів (електричного струму).

Тут він знову використовує комп'ютерну підтримку, яку супроводжує словами: «Найпростішим електронним приладом є двохелектродна лампа (діод).

Діодом називають електронну лампу, яка має два електроди - катод і анод. Катодом є нитка розжарення з вольфраму, анодом - металевий циліндр», а комп'ютер в цей момент моделює не тільки схему діода, а і його будову супроводжуючи пояснення вчителя. На рисунку 5.14 показаний слайд 7, який є останнім з цілої серії анімаційних кадрів.

Вчитель продовжує: «Якщо під'єднати нитку розжарення до джерела струму, то внаслідок термоелектронної емісії з неї будуть вилітати електрони. Згуртувавшись навколо нитки, вони створюють електронну хмарку. По мірі підвищення додатної анодної напруги струм в лампі зростає, а електронна хмарка розсіюється.

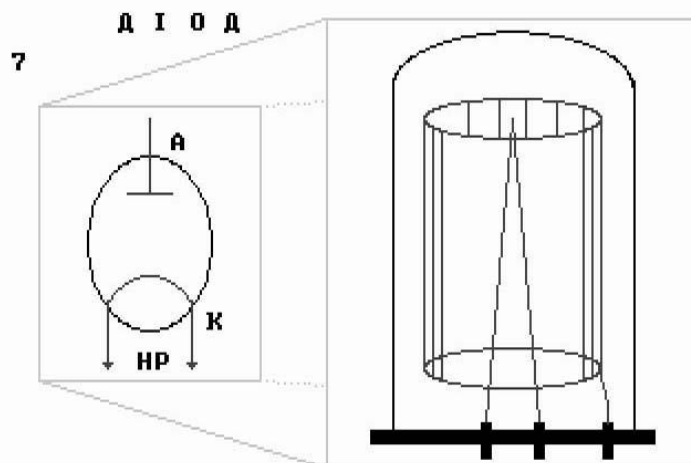


Рис. 5.14. Слайд 7 демонструє будову діода.

При досить високій анодній напрузі електронна хмарка повністю розсівається і подальше підвищення напруги не призводить до збільшення сили струму. Такий струм діода називається струмом насичення». Комп'ютер допомагає вчителю, програма зупиняється на слайді 9 рисунок 5.15.

Як видно з рисунка 5.15, що одночасно комп'ютер і виводить графік. Це є вольт-амперна характеристика діода. Вчитель констатує, що вольт-амперна характеристика діода нелінійна. Цим вона різко відрізняється від лінійної

характеристики металевого резистора.

Після закінчення розгляду роботи і будови вакуумного діода, вчитель веде мову уже про діод з підігрівним катодом. Для цього спочатку наголошує, чим зумовлена поява створення таких катодів.

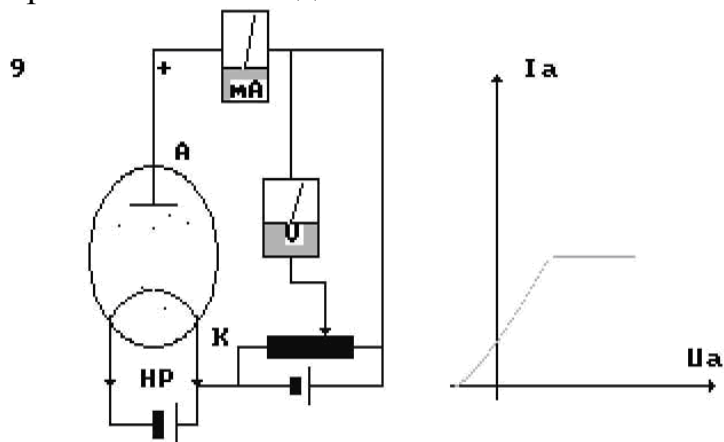


Рис. 5.15. Слайд 9 демонструє вольт-амперну характеристику діода.

Він починає з таких слів, що потреба в збільшенні густини струму при порівняно низьких температурах катода привели творців електронних ламп до створення катодів посереднього розжарення, або по іншому до катода з підігрівом.

В електронних лампах підігрівний катод - це є фарфоровий циліндр, покритий оксидним шаром - окислом барію, стронцію і їм подібним сплавом, які мають малу роботу виходу електронів. Нитка розжарення, зроблена з вольфраму, який у вигляді спіралі знаходиться в каналі фарфорового циліндра, потрібна лише для підігріву катода.

Схема і будова саме такої електронної лампи з підігрівним катодом демонструється цілою низкою кадрів на екрані, які закінчуються слайдом 12, що показано на рисунку 5.16.

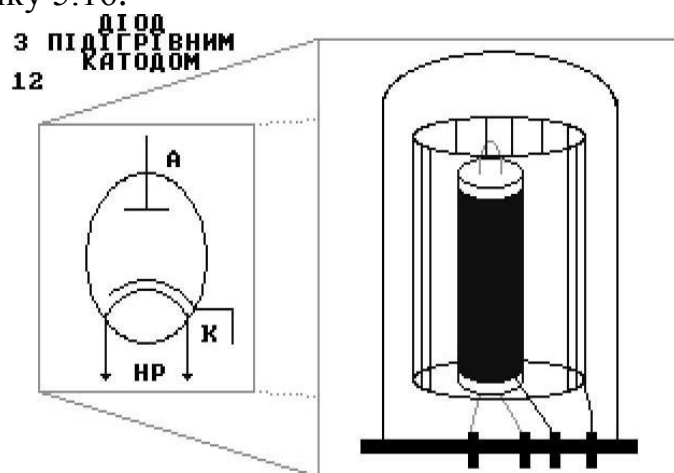


Рис. 5.16. Схема і будова діода з підігрівним катодом.

Продовжуючи урок, вчитель за допомогою комп'ютера демонструє вольт-амперну характеристику лампи діода з підігрівним катодом. Слайд 14, показаний на рисунку 5.17, є останнім з цього блоку мультимедійної анімації на екрані (мультимедійній дошці).

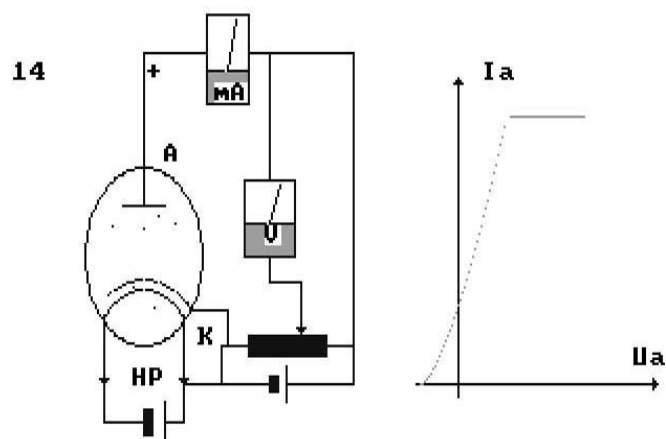


Рис. 5.17. Вольт-амперна характеристика діода з підігрівним катодом.

Продовжуючи вивчення будови і принципу дії діода, вчитель робить висновок: діод є для електронів ніби вулицею з одностороннім рухом, тобто він працює як електричний клапан. Саме цю властивість раніше широко використовували в електронній техніці для випрямлення змінного струму.

Після розгляду вакуумного діода можна переходити до вивчення вакуумного тріода. Пропонуємо вивчення вакуумного тріода почати дещо з історії його винаходу.

5 жовтня 1956 року французький вчений Лі де Форест був нагороджений високою нагородою: орденом Почесного легіону. На церемонії вручення був присутній Луї де Бройль. Виступаючи з привітаннями, Луї де Бройль відзначив, що ім'я Лі де Фореста стало одним з великих імен сучасної науки і техніки саме за відкриття, зроблене півстоліття тому назад. «Фахівці всіх областей науки повинні виразити Лі де Форесту свою повагу визнання і захоплення», - сказав на закінчення Луї де Бройль. Що ж це за велике відкриття, яке викликало подив і визнання навіть через півстоліття?

Через два роки після створення діода радіоінженер Лі де Форест запропонував ввести між анодом і катодом діода ще один електрод - металеву сітку і назвав свій винахід «аудиофоном». З часом з'явилася назва тріод.

Таким чином, народилася перша підсилююча лампа - тріод, яка стала початком багатосіткових електронних ламп. Саме за це Лі де Форесту і наші вшанування. Тепер учитель дає учням визначення триелектродної лампи.

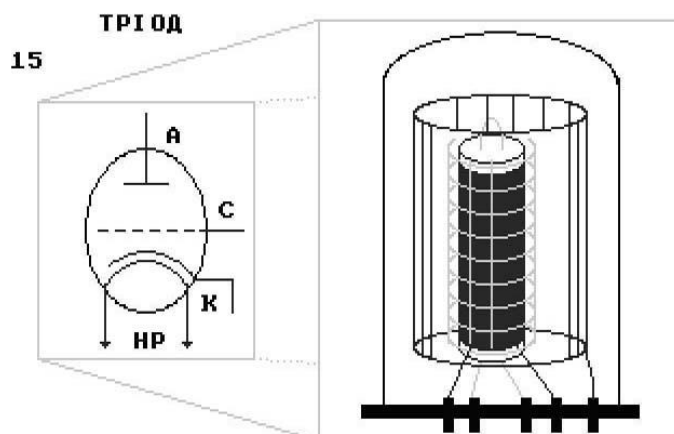


Рис. 5.18. Будова і схема тріода, що моделюється за допомогою комп'ютера.

Тріодом називають електронну лампу, яка має три електроди - катод, анод і сітку.

Комп'ютер, під керівництвом вчителя, на екрані (мультимедійній дошці) демонструє будову і схему тріода. Рисунок 5.18 є зображення останнього слайду з цього ланцюга демонстрацій.

Приклад 2. Вивчаючи тему «Електронні пучки. Електронно-променева трубка», розглянемо принцип роботи і будову електронно-променевої трубки [24].

При вивченні цього питання, звертаємо увагу учнів на створення електронних пучків, на їх властивості та застосування в електронно-променевій трубці.

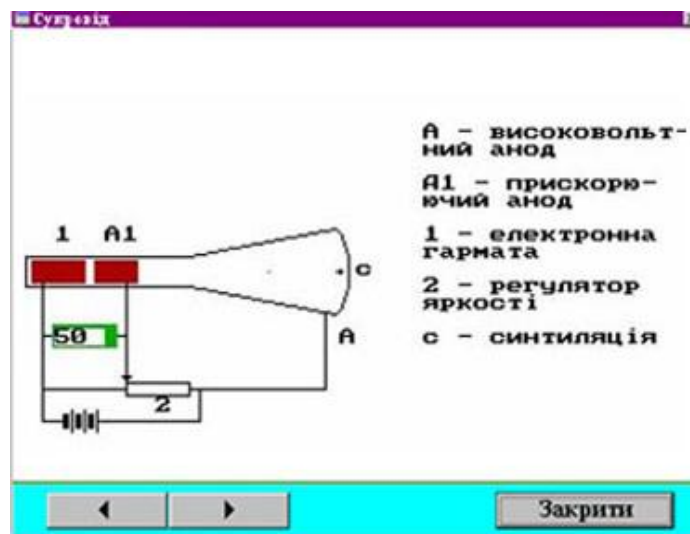


Рис. 5.19. Принцип роботи електронно-променевої трубки.

Говоримо учням: «Серед багатьох деталей, вміщених всередині вакуумної електронної трубки, Ви зможете знайти електронну гармату і кілька анодів. Якщо катод має таку ж будову як і в лампах, то анод електронної гармати не схожий на анод діода лампи. Він виконується у вигляді циліндра і не є приймачем електронів.

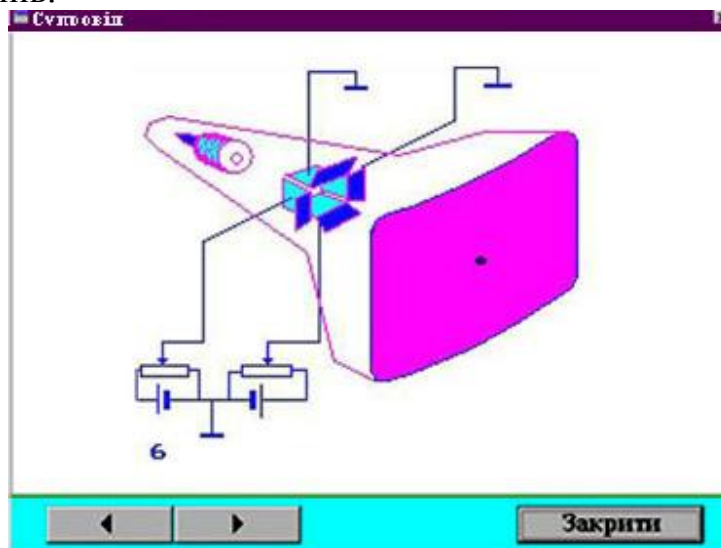


Рис. 5.20. Слайд 6 є першим слайдом з цілої низки кадрів, які відтворюють створення растру в електронно-променевій трубці.

Електрони рухаються від катода до анода A_1 у вигляді електронного променя, вдаряються в екран, покритий спеціальною речовиною - люмінофором, який починає світитися в тому місці, куди попадають електрони».

За допомогою комп'ютера виводимо на екран (мультимедійну дошку) інформацію, що стосується будови та схеми під'єднання електронно-променевої трубки, про що говорять слайди 1, 6 і 32, які зображені на рисунках 5.19-21.



Рис. 5.21. Зображення останнього слайду цілого ланцюга мультимедійних відображень будови та принципу дії електронно-променевої трубки.

На закінчення учням нагадаємо, що електронно-променеві трубки є основним елементом не тільки телевізора й осцилографа, а й набули широкого застосування в дисплеях - пристроях, що є невід'ємною частиною комп'ютера.

Наведемо ще декілька прикладів.

Приклад 3. Комп'ютер, як засіб анімаційного моделювання при вивченні теми «Діелектрики в електричному полі» [4].

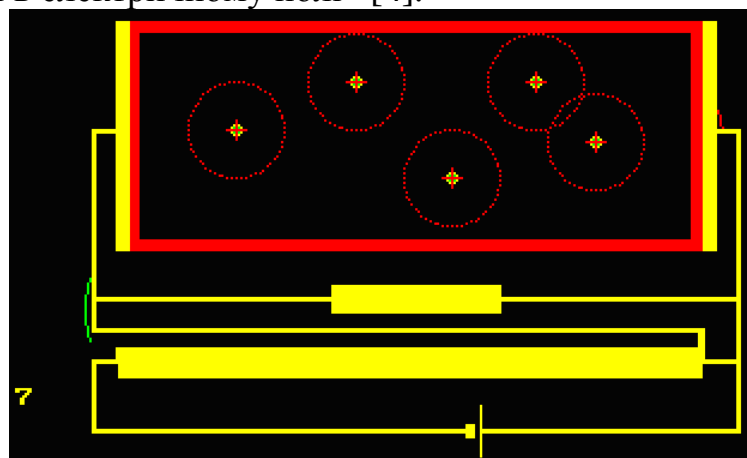


Рис. 5.22. Слайд 7 демонструє розташування позитивних і негативних зарядів в неполярному діелектрику.

Розповідаючи учням про будову діелектриків і електричні властивості

атомів і молекул, вивчаючи види діелектриків, поляризацію полярних та неполярних діелектриків, даючи пояснення електричного диполя, вчитель може скористатися комп'ютерною підтримкою. Для прикладу наведемо лише деякі кадри, які відображають певні фізичні процеси, що відбуваються в діелектриках.

Розглядаючи властивості неполярних діелектриків, бажано показати розташування позитивних і негативних зарядів та співпадання їх центрів так, як це показано на рисунку 5.22.

Продовжуючи урок, помістимо тепер такий діелектрик в електростатичне поле (див. рис. 5.23) і будемо спостерігати зміщення орбіти електронів. Таке зміщення електронів називається електронною поляризацією.



Рис. 5.23. Кінцевий вигляд мультимедійної анімації, де демонструється за допомогою комп'ютера електронна поляризація.

При подальшому поясненні матеріалу, звернемо увагу і на дипольну поляризацію. Для цього учням наголошуємо, що полярні діелектрики також при відсутності зовнішнього поля - неполяризовані. Це зумовлено тим, що власні дипольні моменти молекул полярних діелектриків внаслідок теплового руху орієнтуються безладно і їхній сумарний дипольний момент дорівнює нулю. Вигляд приблизно такий, як зображено на рисунку 5.24.

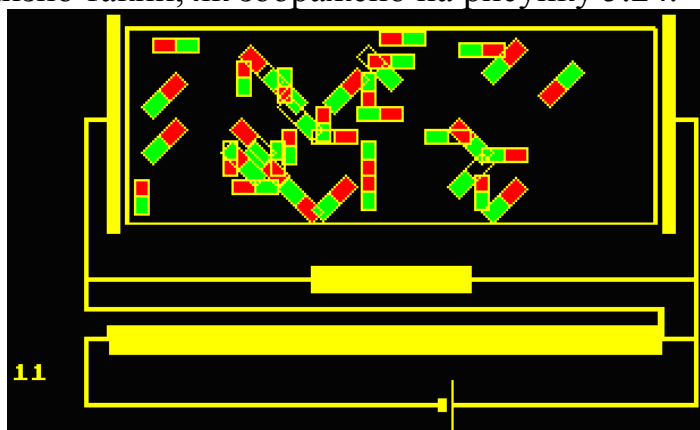


Рис. 5.24. Слайд 11 демонструє орієнтацію дипольних моментів полярних діелектриків у відсутності електростатичного поля.

Далі учням показуємо, що картина буде спостерігатися на екранах така, яка зображена на рисунку 5.25, коли такий діелектрик помістимо в однорідне

електростатичне поле.



Рис. 5.25. Демонстрація за допомогою комп'ютера дипольної поляризації.

Приклад 4. Яскравим прикладом, де комп'ютер може виступати як засіб мультимедійного моделювання під час пояснення нового матеріалу, є урок на тему: «Поняття про плазму. МГД-генератор» [13, 26]. В даному прикладі ми зупинимось лише на деяких слайдах, які є останніми слайдами з цілої серії імітаційного моделювання, що відтворюються на екрані (мультимедійні дошки), яка супроводжує вчителя під час пояснення.



Рис. 5.25. Вигляд екрана під час моделювання схеми МГД-генератора.

З допомогою комп'ютера ми учням на уроці демонструємо практичне застосування плазми, тобто схему принципу дії магнітогідродинамічного генератора (МГД-генератора). Один із кадрів такого моделювання МГД-генератора показаний на рисунку 5.25 та рисунку 5.26.

Розглядаючи роботу комп'ютера як банк інформації, як засіб зображення графіків чи імітаційно моделюючий пристрій, потрібно відзначити:

- що практично створити програми, за допомогою яких комп'ютер супроводжує учителя, таким чином, допомагаючи йому, не може бути такою, яка б відображала роботу комп'ютера в якійсь одній якості;

- практичні програми побудовані так, що комп'ютер на одному уроці використовується і як банк інформації, і як засіб виконання розрахунків, побудови графіків, і як пристрій, здатний виконувати мультимедійну анімацію.

36 СХЕМА МГД-ГЕНЕРАТОРА



Рис. 5.26. Слайд 36 відображає роботу МГД-каналу.

Приклад 5 присвячений програмі, за якою працює комп'ютер при вивченні теми «Електричний струм в напівпровідниках» саме і є тим поєднанням, де комп'ютер не тільки використовується як банк інформації, про що йшла мова раніше, але і як засіб імітаційного моделювання.

Отже, розглянемо теми «Електричний струм в напівпровідниках», «Електрична провідність при наявності домішок», «Електронно-дірковий перехід. Напівпровідниковий діод». Вивчаючи з учнями ці теми з допомогою комп'ютера, на уроці є можливість моделювати різні фізичні процеси, які відбуваються в напівпровіднику.

Починаємо урок із застереження, що під час вивчення напівпровідників [12, 19] як приклад будемо розглядати кристал германію або кремнію.

Як у атомів германію, так і кремнію є своя кристалічна структура. Виконавши «незвичайне збільшення» за допомогою комп'ютера, ми демонструємо учням його кристалічну структуру, в якій виділений координаційний тетраедр (слайд 27, див. Рис. 5.27).

27 НАПІВПРОВІДНИК

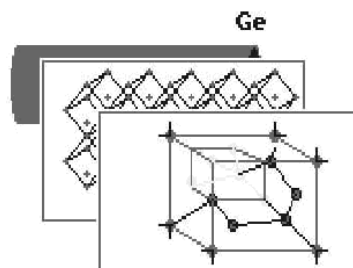


Рис. 5.27. Слайд 27 відображає кристалічну структуру напівпровідника.

Знову проводимо таке «незвичайне збільшення» і в динаміці спостерігаємо рух валентних електронів, які беруть участь у ковалентному зв'язку, а в кінці схему розміщення атомів германію, що демонструє слайд 28, який показаний на рисунку 5.28.

Далі пояснюємо учням, як кристал стає напівпровідником n-типу. За допомогою комп'ютера, на екрані, демонструємо модель структурної побудови такого напівпровідника та його провідність.

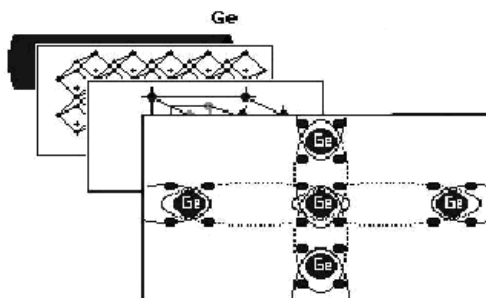


Рис. 5.28. Комп'ютер моделює розміщення атомів германію.

На рисунку 5.29 та рисунку 5.30 показано тільки два зображення на екрані (мультимедійній дошці) з цілої низки слайдів, які охоплюють частину програми починаючи від слайду 28 (Рис. 5.28) до слайду 40 (Рис. 5.30).

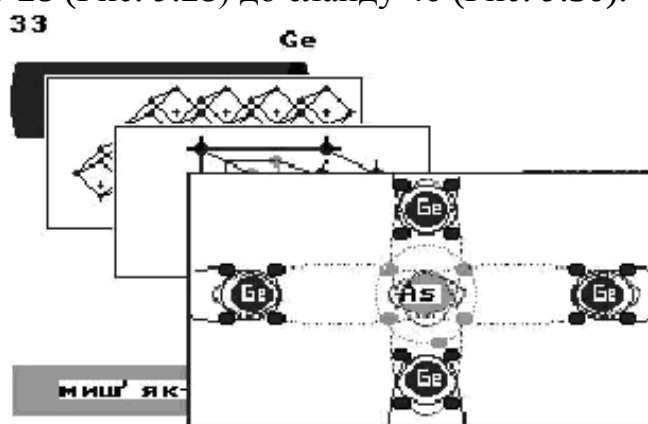


Рис. 5.29. Комп'ютер на слайді 33 демонструє напівпровідник n-типу.

Аналогічно розповідається і про напівпровідник р-типу з такою ж низкою демонстрацій на екрані.

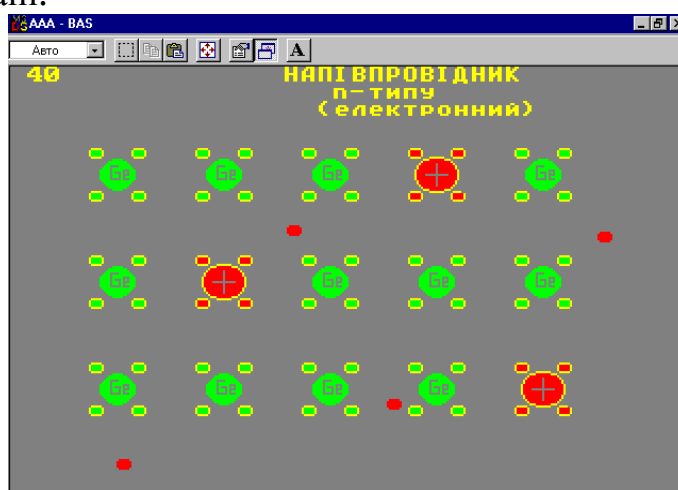


Рис. 5.30 Моделювання провідності напівпровідника n-типу.

Далі учням розповідаємо про створення р-п переходу і роботу діода. Після ряду натискань на екрані ми спостерігаємо в динаміці модель створення р-п переходу. Кінцевий слайд цього блоку слайдів від 42 до 55, який за допомогою комп'ютера виводиться на екран, буде мати вигляд (див. Рис. 5.31).

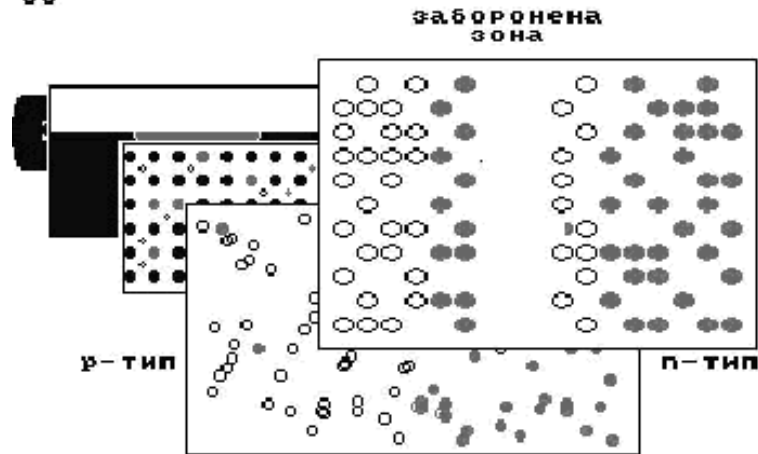


Рис. 5.31. Комп'ютер моделює створення р-п переходу.

Також учням можна показати з допомогою комп'ютерної моделі, як працює діод в прямому і зворотному режимі і які процеси там відбуваються.

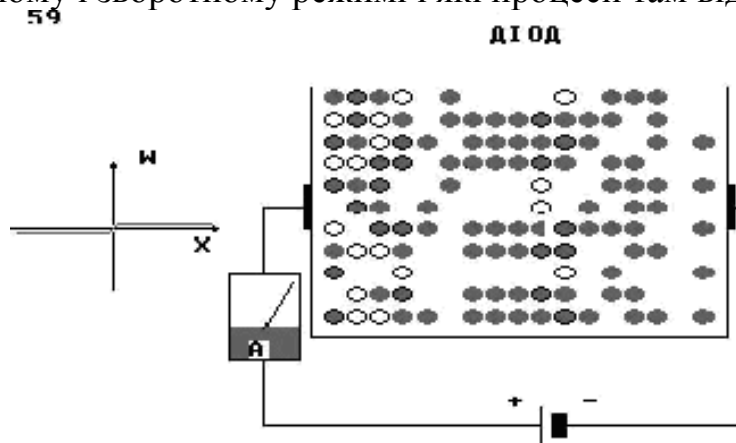


Рис. 5.32. Зникнення забороненої зони в діоді при прямому ввімкненні джерела живлення.

Для цього на екрані моделюємо під'єднання діода до джерела струму.

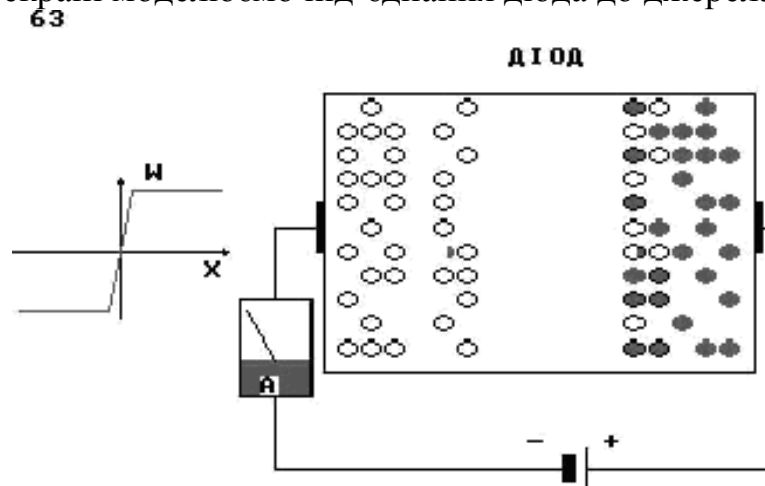


Рис. 5.33. Вигляд забороненої зони в діоді при зворотному ввімкненні джерела живлення.

На рисунку 5.32 і рисунку 5.33 показано, як виглядають кінцеві слайди на екрані при роботі комп'ютера під час демонстрації стану забороненої зони, під

час прямого і зворотного вмикання джерела живлення.

Особливе місце у курсі фізики займає навчальний фізичний експеримент у вигляді демонстраційних дослідів і є його невід'ємною органічною частиною. Вдале поєднання теоретичного матеріалу і експерименту дає, як показує практика, найкращий результат.

Розглянемо приклад застосування комп'ютера, який доповнює шкільну лекційну демонстрацію.

Приклад 6. Урок на тему «Заряджені тіла. Електризація тіл» [7, 9] вчитель починає з розповіді учням про електрично заряджені частинки та який вони мають електричний заряд, детально зупиняється на явищі електризації, розповідає учням з яких причин виникає дане явище, пояснює якого знаку набувають тіла при електризації і чим це зумовлюється та як отримати заряджене макроскопічне тіло.

Явище електризації вчитель підкріплює демонстрацією, що пов'язана з розчісуванням волосся неметалевим гребінцем, де він торкається ним електроскопа і учні спостерігають як відхилилася стрілка приладу. Вчитель пояснює явище тим, що при розчісуванні, внаслідок тертя відбувається обмін електронами і гребінець набуває деякого заряду, частину якого потім передає електроскопу. Тепер вчитель констатує факт, що при цьому гребінець зарядиться негативно, а волосся зарядиться позитивно.

Далі вчитель демонструє учням взаємодію різнойменних та однойменних зарядів за допомогою електрофорної машини і двох «султанів». Робить певні висновки.

Говорячи про застосування явища електризації, він наводить приклад принципу роботи електрокопіювальних установок типу «Ера», «Ксерокс» та ін.

Розповідаючи учням про використання електризації тіл, вчитель розглядає роботу «Ксерокса», при цьому робить декілька копій, а учні спостерігають за ним. Зрозуміло, що виникає проблемна ситуація: «А як же працює «Ксерокс»?». Для з'ясування цього вчитель розкриває апарат.

Однак учитель звертає увагу учнів на те, що цього замало для розуміння принципу роботи «Ксерокса». Тут він запускає роботу програми «Elektryzaciya». На екрані з'являється зображення загального виду роботи «Ксерокса». Комп'ютер працюючи за програмою, чекає натиснення будь-якої клавіші, після чого зображення починає рухатись. Таким чином, учні спостерігають динамічну модель принципу дії роботи «Ксерокса». Вони бачать рух макету, з якого копіюється зображення, та листок паперу, на який копіюється зображення.

Далі, натиснувши клавішу «пропуск» або ліву клавішу маніпулятора типу «миша», вчитель виводить на екран схему «Ксерокса» з позначенням деталей. Вигляд зображення на екрані в цей момент показаний на рисунку 5.34.

З допомогою маніпулятора «миша» вчитель показує учням кожну з деталей, розкриваючи її призначення та принцип дії.

Після з'ясування призначення принципу дії усіх деталей «Ксерокса», знову ж таки, натиснувши клавішу «пропуск» або ліву клавішу маніпулятора «миша», учитель повертає програму до демонстрації принципу його дії, пояснюючи вже

процес отримання копії в цілому.

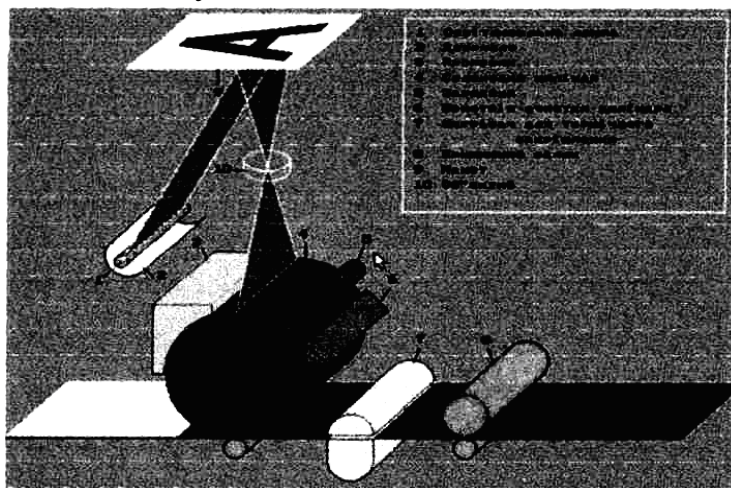


Рис. 5.34. Вигляд екрана при роботі комп'ютера за програмою «Elektryzaciya».

Як бачимо, поєднання комп'ютера і демонстраційного експерименту дає можливість учням спостерігати ті фізичні процеси, які неможливо побачити з допомогою тільки приладів. Таке використання комп'ютера дає можливість учням не тільки побачити практичне застосування того чи іншого явища, але і зрозуміти принцип роботи, а учитель засобами мультимедіа має можливість пояснити складні науково-ємні пристрої.

Приклад 7. Розглянемо урок на тему «Електрорушійна сила» за новою інформаційною технологією навчання [2]. Урок вчитель розпочинає словами: «Якщо з'єднати провідником дві металеві кульки, котрі мають заряди протилежних знаків, то під впливом електричного поля цих зарядів по провіднику піде електричний струм. Але цей струм буде дуже короткочасним, заряди швидко нейтралізуються, різниця потенціалів між кульками вирівнюється і напруженість електричного поля дорівнює нулю». Свою розповідь він супроводжує демонстрацією.

Потім вчитель наголошує, що вивчаючи навколишній простір і всі тіла навколо нас, з точки зору електрики, як густі «дрібнозернисті» суміші додатного і від'ємного зарядів, між якими практично не відчувається ні притягання, ні відштовхування, електричний струм буде існувати, якщо будуть виконуватися дві умови:

1. Наявність вільних зарядів – електронів або іонів, здатних переміщатися.
2. Наявність різниці потенціалів, тобто умов, які приводять до виконання роботи по переміщенню вільних зарядів.

Щоб ці умови підтримувалися, вчитель звертає увагу учнів на те, що в провідниках є вільні заряди, а для підтримання різниці потенціалів потрібно мати пристрій, який розділяв би заряди і подавав на кульки.

Наступним кроком вчителя на уроці буде введення в дію програми під назвою «ERS».

Натискаючи клавішу «пропуск» або ліву клавішу маніпулятора «миша», як і раніше, вчитель використовує «уявний збільшувач». На екрані учні мають змогу спостерігати, що багато тіл мають кристалічну структуру, рисунок 5.35 (слайд 2).

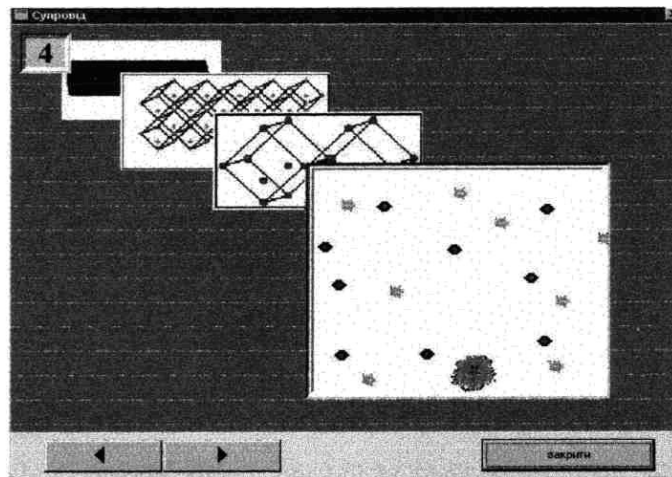


Рис. 5.35. Вигляд екрана в момент демонстрації слайду 4.

Друге збільшення, відображає будову конкретної кристалічної структури, рисунок 5.35 (слайд 3). Наступне збільшення - на екрані спостерігається рух уже додатних і від'ємних зарядів, розподіл яких такий, що сумарний заряд нейтральний, рисунок 5.35 (слайд 4).

Уявимо, що ми якимось чином (за допомогою «барабашки») почали розділяти ці заряди. На екрані спостерігаємо розділення зарядів: додатні - в один бік, а від'ємні - в інший, рисунок 5.36 (слайд 9).

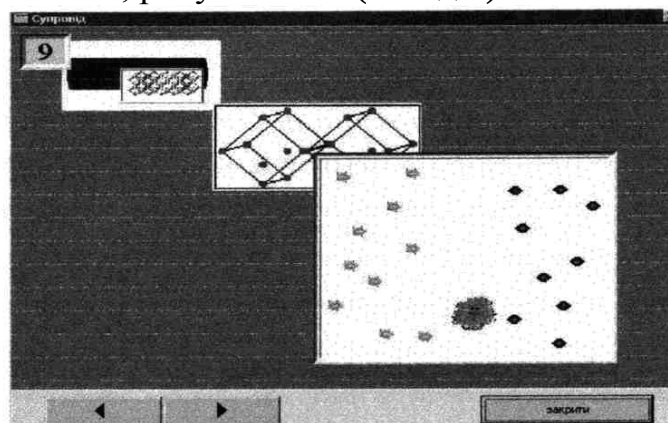


Рис. 5.36. Вигляд екрана в момент демонстрації слайду 9.

Отже, наш «барабашка» в середині матеріалу виконує роботу по розділенню зарядів, яку можна виразити співвідношенням:

$$A = I r q, \quad (1)$$

де $I = \frac{q}{t}$ - струм всередині матеріалу, викликаний перенесенням зарядів; r - внутрішній опір матеріалу.

Якщо робота більше не виконується («барабашка» стомився), то заряди знову рівномірно розподіляться по тілу і попередня робота зведеться до нуля.

Вчитель констатує, щоб весь час було розділення зарядів, потрібно, щоб робота по їх розділенню виконувалася без зупинки.

На основі цих міркувань і моделювань вчитель дає визначення електричного джерела живлення.

Джерело живлення – пристрій в якому весь час без зупинки відбувається

розділення зарядів.

Саме в процесі виконання роботи сторонніми силами («барабашкою») заряджені частинки всередині джерела розділяються і є джерелом появи електростатичного поля, з різницею потенціалів U .

Надалі вчитель говорить про природу сторонніх сил, та наголошує учням, що вона може бути найрізноманітнішою. Сторонні сили приводять у рух заряджені частинки всередині джерела живлення: генераторів на електростанції, гальванічних елементів, акумуляторів та ін.

Користуючись комп'ютерною підтримкою, вчитель, говорячи про генератори, виводить на екран цілу низку слайдів. Він має можливість зупинитись більш детально на будові генераторів.

Вчитель пояснює учням, що сучасний генератор складається з двох котушок, одна з яких вміщена в пазах нерухомого осердя з магнітного матеріалу (статора) і призначена для створення магнітного поля, друга – знаходиться в пазах рухомого осердя (ротора) і є робочою рисунки 5.37 (слайди 58-77).

На тепловій електростанції ротор генератора приводиться в обертання паровою турбіною. Таке поєднання генератора і парової турбіни називається турбогенератором, що відображає рисунки 5.37 (слайди 80 і 81).

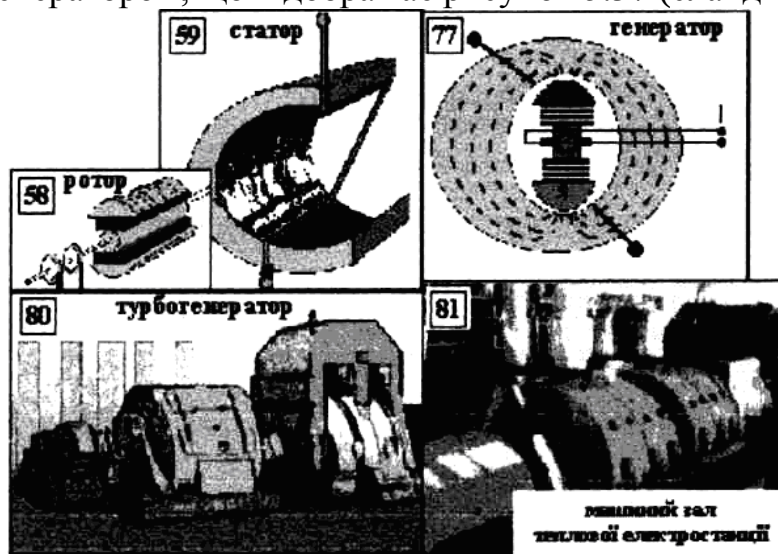


Рис. 5.37. Вигляд екрана в момент виведення інформації про генератори та турбогенератор.

Закінчивши розгляд генератора, вчитель має змогу акцентувати увагу учнів на будові гальванічних елементів.

В основу будови гальванічного елемента покладено явище взаємодії металу з електролітом, яке веде до виникнення в замкненому колі контактної різниці потенціалів. Це явище було відкрито в кінці XVIII століття італійським ученим Л. Гальвані, на честь якого нові джерела струму назвали гальванічними елементами. За рахунок хімічної реакції на контактах метал – електроліт створюються вільні іони, тобто на електродах такого джерела живлення появляється різниця потенціалів, яка і приводить до руху вільних електронів в провідниках. На рисунку 5.38 наведені деякі слайди екранів моніторів з роботи

цього блоку програми.

У гальванічному елементі, наприклад елементі Вольта, діють хімічні реакції між цинковим і мідним електродом, уміщених у розчин сірчаної кислоти, який служить електролітом. Хімічні реакції спричиняють розчинення цинку в кислоті. У розчин переходять позитивно заряджені іони цинку, а сам цинковий електрод заряджається негативно. Мідь дуже мало розчиняється в сірчаній кислоті, тому між цинковим і мідним електродами виникає різниця потенціалів, яка в свій час викликає струм у замкнутому електричному колі.

Вчитель продовжує знайомити учнів з хімічними елементами і розповідає їм про найбільш поширений у лабораторній практиці елемент Лекланше. Негативним полюсом цього елемента є цинк, а позитивним - графітовий стержень. Обидва електроди знаходяться в розчині нашатирю (NH_4Cl), деполяризатором є оксид марганцю (MnO_2), що міститься у спеціальному мішечку, у який встановлено графітовий стержень. У процесі роботи елемента в ньому відбувається хімічна реакція. Продуктом реакції є хлористий цинк ZnCl_2 , аміак NH_3 і водень H_2 , останній взаємодіє з оксидом марганцю.

Гальванічні елементи можуть працювати доти, доки повністю не буде витрачена накопичена в них хімічна енергія (наприклад, розчиниться цинк в елементі Лекланше). Їх схема показана на рисунку 5.38 (слайд 26).

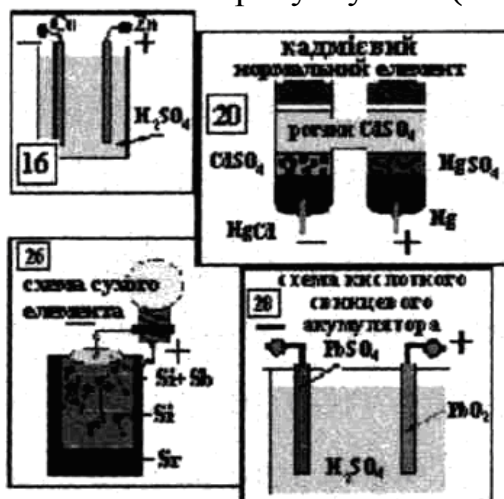


Рис. 5.38. Вигляд екрана в момент виведення інформації про типи гальванічних елементів.

Продовжуючи свою розповідь, вчитель звертає увагу учнів на те, що використовують і такі гальванічні елементи, в яких спостерігаються і зворотні хімічні реакції. Такі елементи називаються акумуляторами, а процес відновлення - заряджанням акумулятора. Для того, щоб зарядити акумулятор, через нього пропускають струм від будь-якого стороннього джерела в протилежному напрямі. У техніці використовують акумулятори двох типів: кислотні та лужні.

Розглянувши природу сторонніх сил, вчитель говорить учням, що джерела електричного струму характеризуються важливою фізичною величиною, яка називається електрорушійною силою (ЕРС).

Електрорушійна сила (ЕРС) - це робота, яку виконують сторонні сили

(«барабашка» явно сторонній) по розділенню заряду.

$$E = \frac{A_{ст}}{q}. \quad (2)$$

Вчитель вказує на одиницю ЕРС та називає основні параметри, які характеризують джерела електричної енергії:

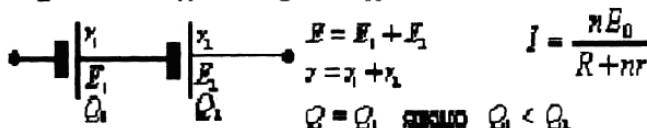
1. Електрорушійну силу – робота яка виконується сторонніми силами по розділенню зарядів.

2. Внутрішній опір – вважається, що найкращий той елемент, в якого цей опір дорівнює нулю.

3. Ємність елемента – характеризує здатність елемента підтримувати потрібний струм на протязі певного часу ($Q = It$), вимірюється в ампер-годинах).

Завершуючи вивчення теми уроку, вчитель, скориставшись комп'ютерною підтримкою, звертає увагу учнів на з'єднання джерел струму: «Аналогічно до з'єднань резисторів і конденсаторів, джерела струму також з'єднують послідовно та паралельно», що і відображає слайд на рисунку 5.39.

При послідовному з'єднанні



При паралельному з'єднанні

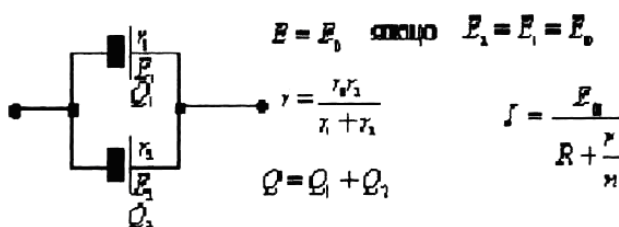


Рис. 5.39. Відображення екрану в момент виведення інформації про з'єднання джерел струму.

Розглянемо останній приклад, де комп'ютер виступає як засіб анімаційного моделювання під час вивчення нового матеріалу.

Приклад 8. Тема уроку «Закон Ома для повного кола» [2]. На уроці передбачається використання комп'ютера, тобто урок буде проводитися з використанням інформаційних технологій. Перед початком уроку завантажимо комп'ютер програмою під назвою «ERS», але будемо використовувати другу її частину.

Якщо джерело електричного струму (гальванічний елемент, акумулятор або генератор) замкнути на зовнішній опір, то маємо повне коло, що відображає екран, а його вигляд показаний на рисунку 5.40 (слайд 10).

І тепер робота («барабашки») буде затрататися не тільки на подолання внутрішнього опору r (у генераторі – це опір обмоток, у гальванічному елементі – опір розчину електроліту і електродів), але і на подолання зовнішнього опору R , тобто опору з'єднувальних провідників і навантажень.

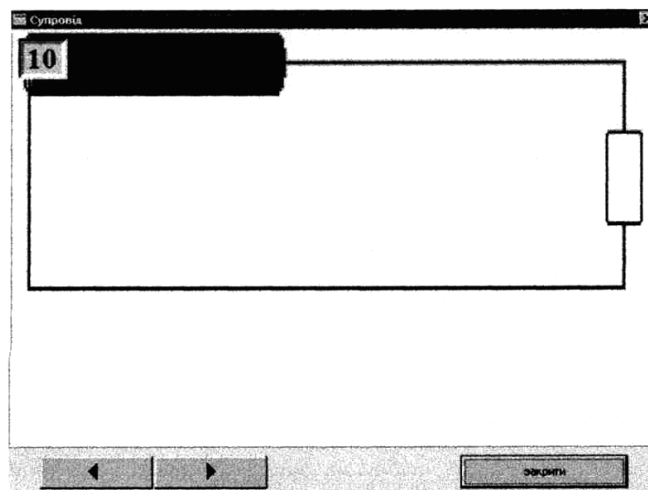


Рис. 5.40. Відображення на екрані під'єднання до джерела струму загального опору.

В цей момент екран має вигляд, який показано на рисунку 5.41 (слайд 13).

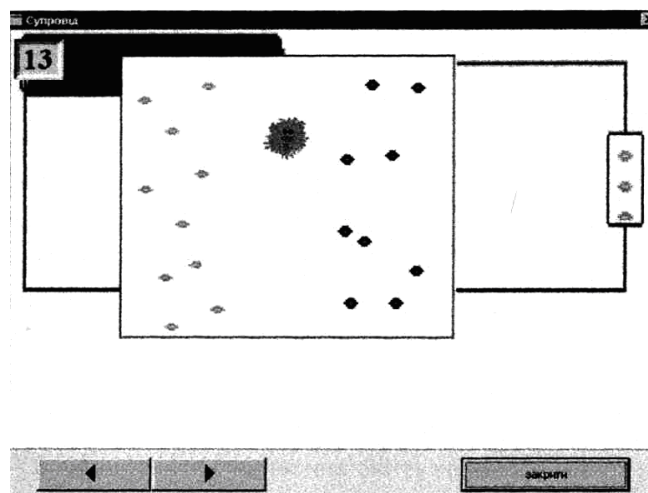


Рис. 5.41. Слайд 13 відображає роботу, яку виконує «барабашка» для подолання зовнішнього опору.

Вчитель, користуючись класною дошкою, пише, що повна робота, затрачена на розділення зарядів буде:

$$A = A_1 + A_2, \quad (3)$$

де A_1 - робота всередині джерела; A_2 - робота в зовнішній частині кола.

$$A_1 = Irq, \quad (4)$$

$$A_2 = IRq. \quad (5)$$

Підставивши рівняння (4) і (5) в формулу (3), маємо: $A = qI(R + r)$

або

$$I = \frac{A}{q(R + r)}. \quad (6)$$

Вважаючи, що відношення роботи до одиниці заряду є ЕРС, то останній вираз записують так:

$$I = \frac{E}{R + r}. \quad (7)$$

Тепер вчитель наголошує учням, що останнє співвідношення називають законом Ома для повного кола і читає цей закон.

Далі вчитель звертає увагу на те від яких величин залежить сила струму в колі, як впливає внутрішній опір джерела струму на силу струму, як ведуть себе параметри повного кола при короткому замиканні та до чого це може привести, і вказує на види з'єднання елементів кола з джерелом струму.

4. Комп'ютер і демонстраційний експеримент.

Основною трудностю учнів вважається з'ясування різниці між поняттями ЕРС і різниці потенціалів. І саме тут вчитель зупиняється на різниці між цими поняттями та дає їх визначення.

В даному випадку маємо можливість провести демонстраційний експеримент, в якому беруть участь учитель – «режисер», учні – виконавці, комп'ютер – засіб. Робиться це таким чином: на екрані (мультимедійній дошці) висвічується схематичне зображення джерела живлення і вольтметра зі щупом, який може уявно переміщатися. Першу частину демонстраційного експерименту проводить сам вчитель, працюючи з указкою і комп'ютером. Зрозуміло, що кожний крок повзунка вольтметра на екрані вчитель весь час коментує, спочатку звернувши увагу на напрям струму, а потім на зміну потенціалу, проходячи джерело електричного струму.

Вчитель говорить: «Ми повинні дослідити схематичне джерело електричного струму з нульовим внутрішнім опором. Користуючись вольтметром з електричним щупом, який весь час за допомогою клавіатури переміщуємо вздовж ділянки кола в напрямку OX , проводячи вимірювання різниці потенціалів». Виконується це таким чином: на екрані (мультимедійній дошці) учні спостерігають зображення, яке показано на рисунку 5.42.

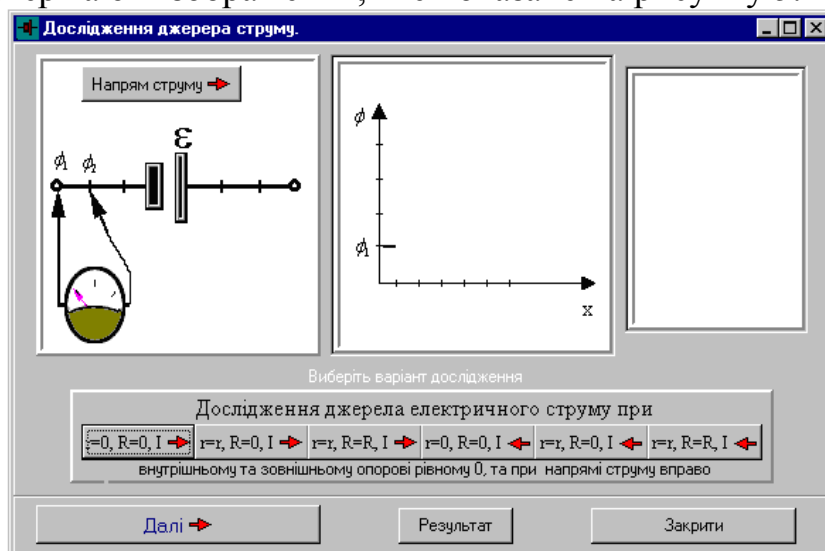


Рис. 5.42. Вигляд екрану (мультимедійної дошки) в момент другого кроку демонстраційного експерименту №1

«Покази вольтметра будемо зображати графічно. Вздовж осі OY відкладаємо потенціал (покази вольтметра), а вздовж осі OX координату місця знаходження щупа, так як це ви спостерігаєте на екранах» (рис. 5.43).

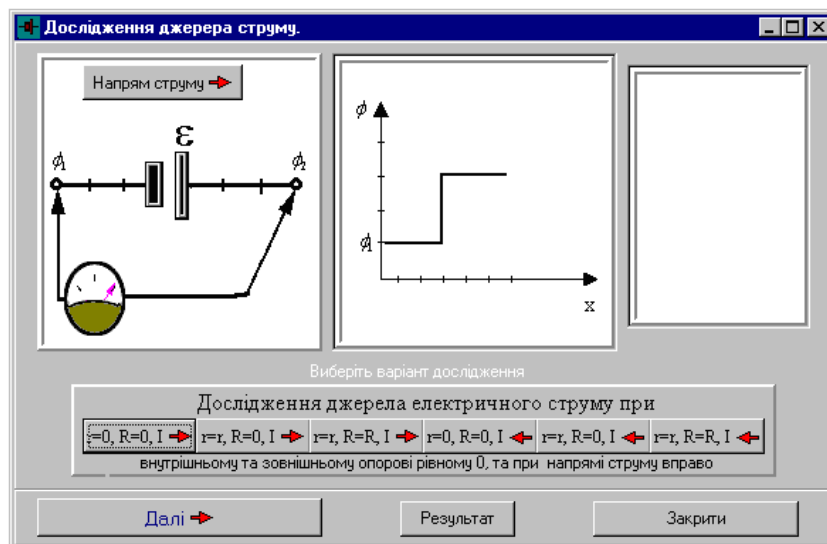


Рис. 5.43. Вигляд екрану в момент сьомого кроку демонстраційного експерименту №1.

Завершується цей блок роботи тим, що вчитель на дошці отримує формулу $U = E$, яка є результатом аналізу цих графіків (рис. 5.44).

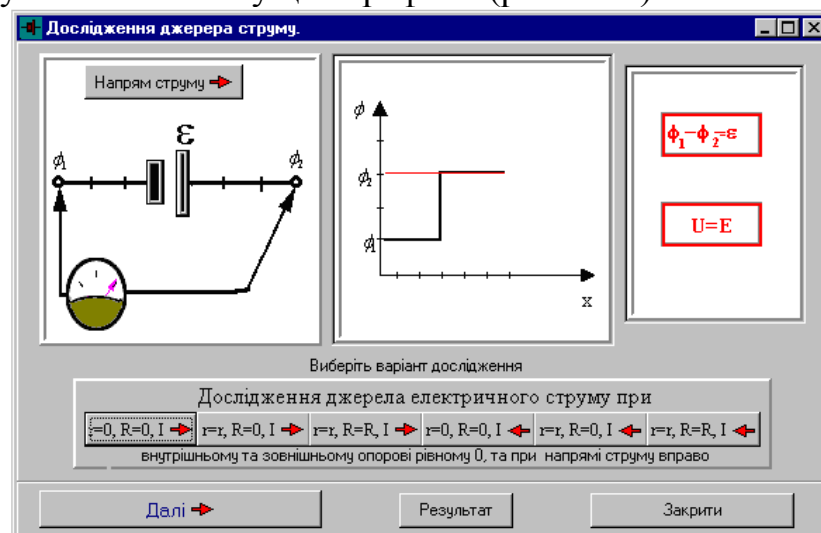


Рис. 5.44. Вигляд екрану після завершення демонстраційного експерименту №1.

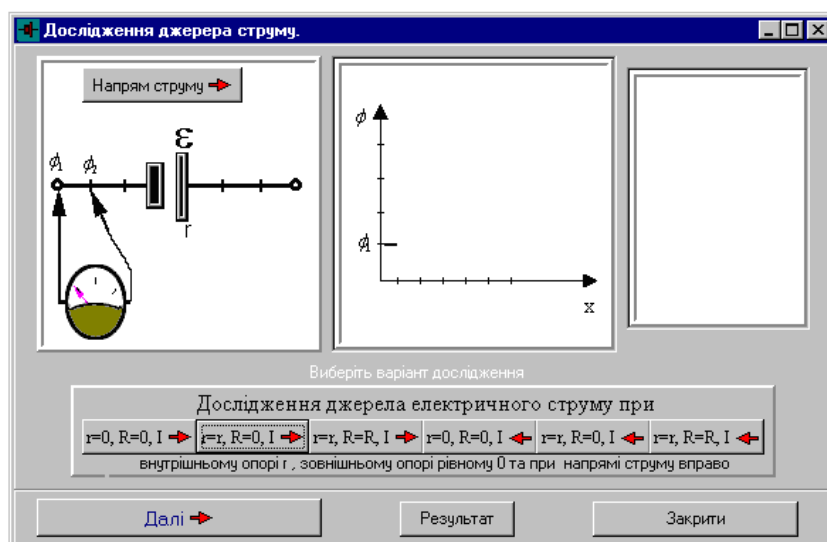


Рис. 5.45. Відображення на екрані другого кроку демонстраційного експерименту №1.

Тепер вчитель пропонує одному з учнів провести самому експеримент, запросивши його до клавіатури комп'ютера або мультимедійної дошки. На екрані в початковий момент другого дослідження, таке як на рисунку 5.45.

І уже учень переміщує зображення щупа вольтметра на екрані або мультимедійній дошці, коментуючи свої дії, отримує на п'ятому кроці демонстраційного експерименту зображення, що показано на рисунку 5.46.

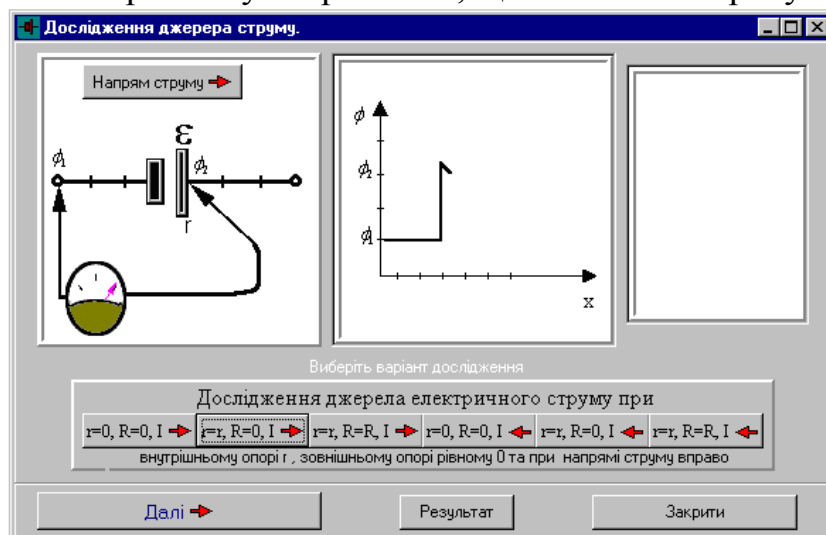


Рис. 5.46. Відображення на екрані п'ятого кроку демонстраційного експерименту №2.

Знову учні самостійно роблять підсумок, який завершують написанням формули $U = E - Ir$, а екран (мультимедійна дошка) має вигляд такий, як на рисунку 5.47.

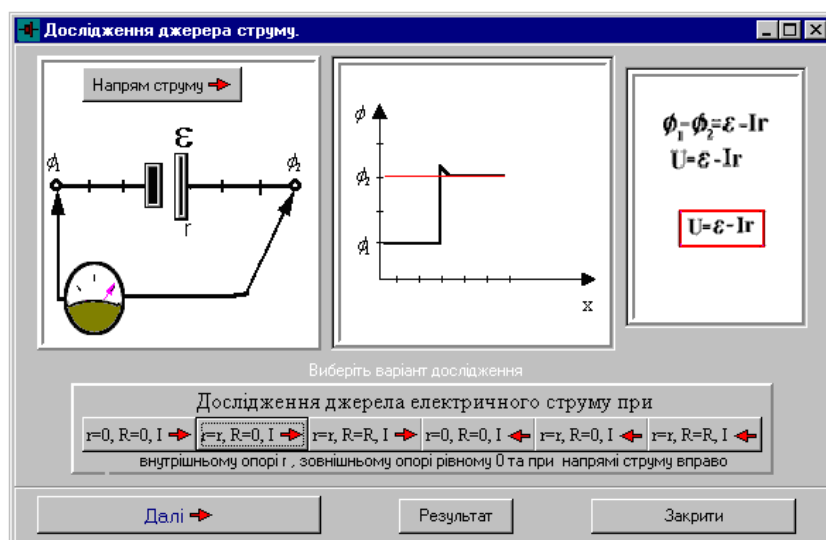


Рис. 5.47. Вигляд екрану після завершення демонстраційного експерименту №2.

Тепер вчитель пропонує іншому учневі провести демонстраційний експеримент, і все повторюється, але уже при інших початкових умовах. В даний момент екран або мультимедійна дошка будуть мати вигляд, що зображений на рисунку 5.48.

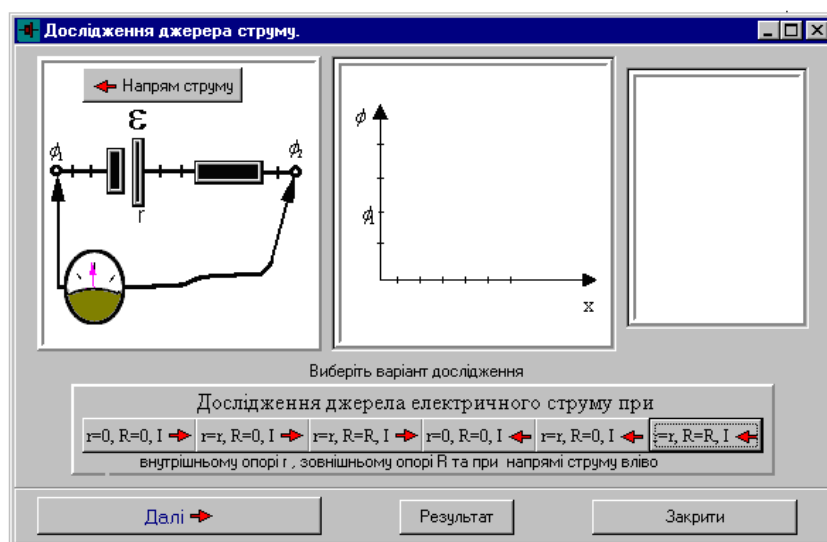


Рис. 5.48. Відображення на екрані першого кроку демонстраційного експерименту №6.

Кінцевий результат екрану при цьому експерименті має вигляд, показаний на рисунку 5.49.



Рис. 5.49. Вигляд екрану після завершення демонстраційного експерименту №6.

В кінці уроку учні отримують цілий ряд зображень, а результат цього демонстраційного експерименту, в якому брали участь учні, вчитель і комп'ютер, показаний на рисунку 5.50.

Таким чином, ми розглянули конкретні приклади, де комп'ютер виконує функцію засобу моделювання та унаочнення.

Крім розглянутих вище функцій для комп'ютера характерна ще його природна функція - це проводити числові розрахунки під час вивчення нового матеріалу.

5. Комп'ютер як засіб для розрахунків.

Для закріплення і засвоєння математичного виразу фізичного закону, отриманого вчителем на шкільній лекції, доцільно скористатися комп'ютером як засобом для розрахунків. Таке використання дає можливість отримати кінцевий результат у вигляді числа і тут же вивести його на класні телеекрани

[5, 20, 26]. Значення числа дає можливість обговорити фізичний зміст результату або дати уявлення про реальний об'єкт.

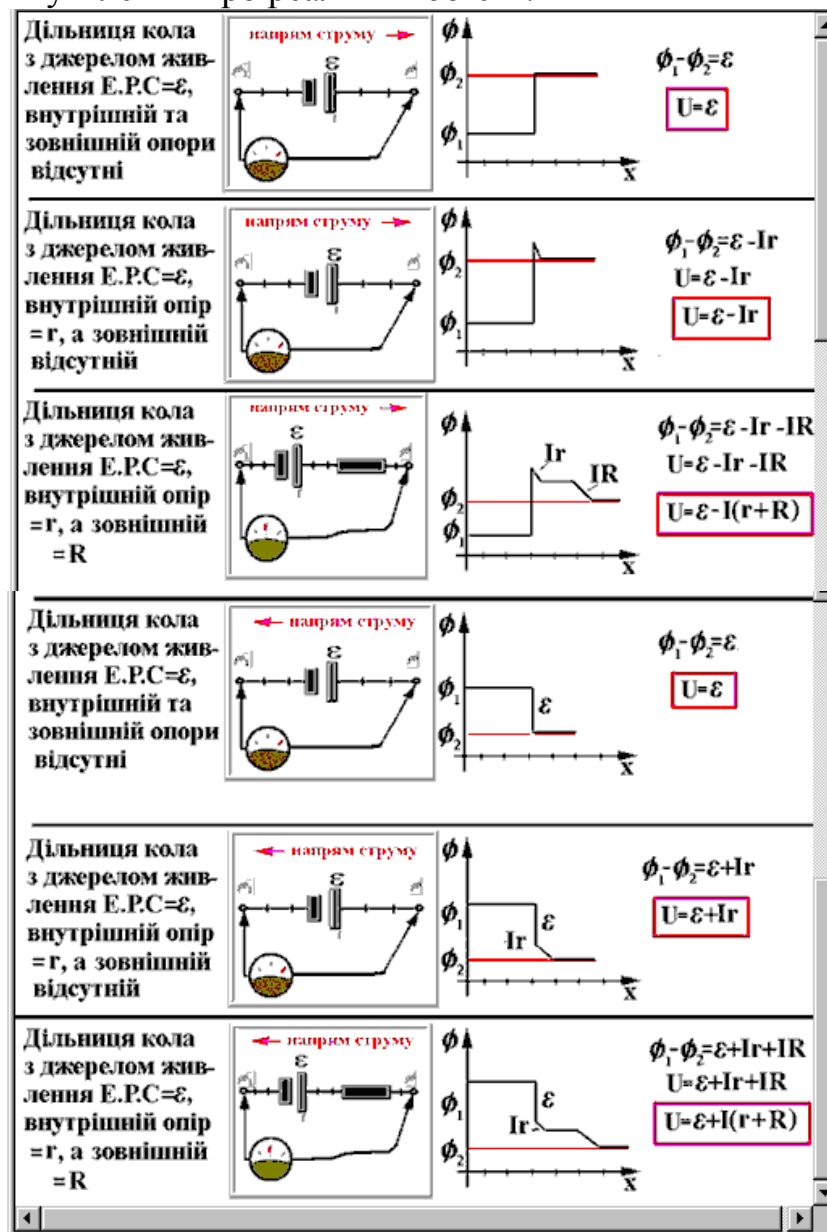


Рис. 5.50. Кінцевий вигляд екрану (мультимедійної дошки) після завершення демонстраційного експерименту.

Розглянемо кілька прикладів:

Приклад 1. Тема уроку: «Дія магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца». Після введення основних понять та виведення на дошці формули, що виражає силу Лоренца, учитель розглядає рух зарядженої частинки в однорідному магнітному полі.

Відомо, що магнітне поле не діє на рухомий заряд в двох випадках: якщо напрями швидкості та індукції поля паралельні; коли ж напрям руху зарядженої частинки перпендикулярний до напрямку індукції магнітного поля, то на таку частинку діє сила, перпендикулярна як до напрямку швидкості, так і до напрямку поля.

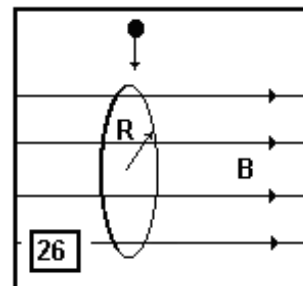


Рис. 5.51. Рух частинки по колу.

Напрямок цієї сили можна визначити за правилом лівої руки. Зазначена сила (сила Лоренца) не змінюватиме величини швидкості (оскільки вона перпендикулярна до неї), але весь час змінюватиме її напрям, тобто частинка в магнітному полі рухатиметься по колу (рис. 5.51) з ларморівським радіусом.

Його легко розрахувати виходячи з наступних міркувань.

За другим законом Ньютона

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (1)$$

З іншого боку доцентрове прискорення

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}^2}{r}, \quad (2)$$

де v - лінійна швидкість, направлена по дотичній.

$$F = |q_0|vB. \quad (3)$$

Підставивши значення прискорення a та сили Лоренца F в формулу (1), знаходимо

$$r = \frac{mv}{|q_0|B}. \quad (4)$$

З формули видно, що іон, в якого маса більша порівняно з електроном, обертатиметься по колу більшого радіуса, ніж електрон, який має таку саму швидкість. За допомогою комп'ютера ми це можемо перевірити експериментально, вводячи однакові швидкості для електрона, протона і альфа-частинки ($v = 1 \cdot 10^6$ м/с) в магнітне поле індукцією $\vec{B}$ ($B = 3 \cdot 10^{-3}$ Тл).

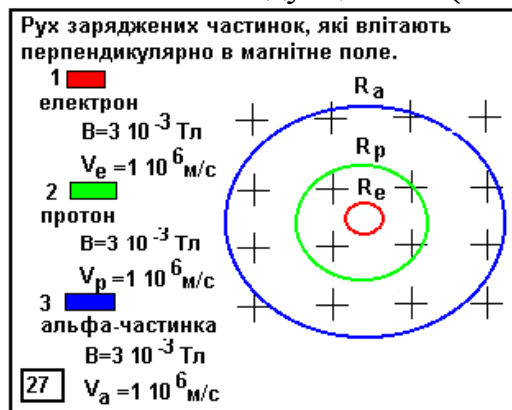


Рис. 5.52. Комп'ютер демонструє рух заряджених частинок, які влітають перпендикулярно в магнітне поле.

В результаті на екрані (мультимедійній дошці) отримаємо траєкторії руху заряджених частинок, вигляд яких демонструє рисунок 5.52.

Результати, які спостерігаються на екрані, дають можливість учителю на уроках фізики показати роль формул, а отже, в цілому і математики.

В даному випадку ми спостерігаємо перевагу застосування комп'ютерної техніки при викладанні фізики: змінюючи швидкості частинок, індукції магнітного поля, ми в динаміці можемо спостерігати зміну їх траєкторій і радіусів.

Приклад 2. Для ліцеїв та класів природничо-наукового профілю при

вивченні нового матеріалу з теми «Рух електричних зарядів в електростатичних полях» [5] також доцільно використати комп'ютер для розрахунків.

Розглянемо прискорення заряджених частинок в електростатичному полі. Починаємо з найпростішого (при цьому використовуємо засоби мультимедіа). Приклавши різницю потенціалів U між двома пластинами, спостерігаємо рух частинки в електростатичному полі. В цей час учитель пояснює, куди саме прикладена різниця потенціалів U , і де знаходиться джерело мікрочастинок.

Тут також учитель звертає увагу учнів на те, що заряджена мікрочастинка може або прискорюватися електричним полем, або ним сповільнюватися.

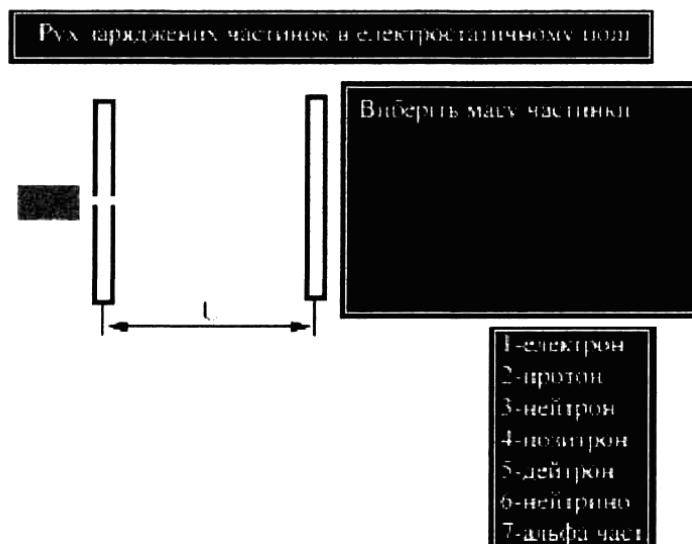


Рис. 5.53. Вигляд екрану (мультимедійної дошки) в момент вибору заряджених частинок.

Використовуючи комп'ютер, вчитель має можливість вибирати вид частинки. В ролі частинки може бути електрон, протон і т.д. В даному випадку програма дає можливість вибирати одну із 7 мікрочастинок, що показано на рисунку 5.53.



Рис. 5.54. Вигляд екрана (мультимедійної дошки) при отриманні кінцевого результату.

Вибравши мікрочастинку, учитель разом з учнями задає початкову швидкість частинки і прискорюючу різницю потенціалів, прикладену до пластин. Після цього всі на екрані або мультимедійній дошці спостерігають

траєкторію руху частинки та значення швидкості у вигляді числа (див. Рис. 5.54).

Такі розрахунки можна продемонструвати з усіма запропонованими мікрочастинками. Це дає змогу вчителю зробити відповідні висновки.

Приклад 3. Продовжуючи цю ж тему, а саме: «Відхилення заряджених частинок в електростатичному полі», учитель має змогу, крім пояснення, виведення формул, виконати розрахунки на комп'ютері. Вигляд такий: на дошці учитель розглядає рух електронів у вигляді вузького пучка, які попадають при відсутності поля, створеного між пластинами конденсатора, на перпендикулярний до напрямку їх руху екран в точку O .

Отримавши формулу зміщення пучка

$$h = (0,5l_1 + l_2)tg\alpha, \quad (1)$$

вчитель звертається до комп'ютера, який демонструє відхилення заряджених частинок електростатичним полем, що показаний на рисунку 5.55.

Потім комп'ютер пропонує вчителю (як і у попередній програмі) вибрати назву частинки та ввести величину початкової швидкості зарядженої мікрочастинки, а також величину прикладеної до пластин конденсатора різниці потенціалів. Вчитель разом з учнями спостерігає рух частинки та значення швидкості v і відхилення h у вигляді числа. Кінцевий вигляд екрана зображено на рисунку 5.56.

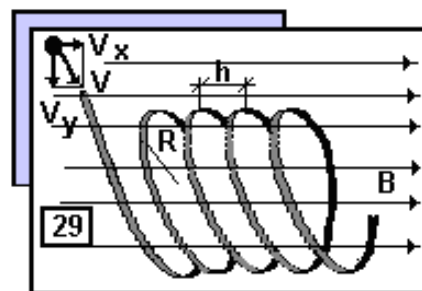


Рис. 5.55. Відхилення електрона в електростатичному полі.

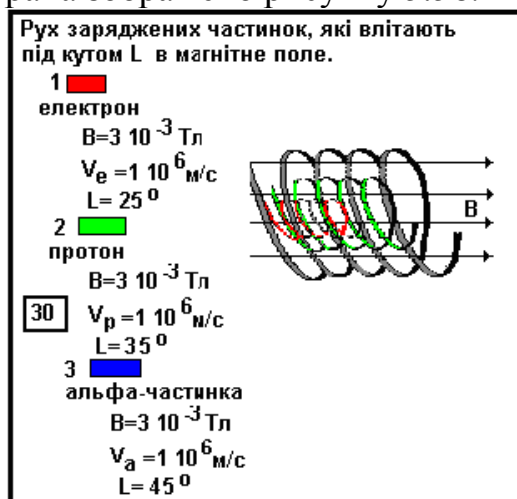


Рис. 5.56. Вигляд монітора при отриманні кінцевого результату.

Таким чином, на трьох прикладах ми наглядно продемонстрували як з допомогою комп'ютера під час викладання нового матеріалу можна проводити числові обчислення.

2. Педагогічні програмні засоби (ППЗ) та педагогічні програмні розробки (ППР) для вивчення уроків фізики з використанням комп'ютера

Для забезпечення вище вказаних цілей створюються педагогічні програмні засоби (ППЗ). Функціональні особливості їх полягають у тому, що вони орієнтовані на роботу з комп'ютером, які мають високо розвинуте програмне забезпечення, забезпечують постійний оперативний зв'язок учнів з комп'ютером, з учителем, учителя з кожним учнем, мають у своєму складі різні типи програмних продуктів (навчаючих, моделюючих, ігрових програм, текстових редакторів, тренажерів, тощо).

Оскільки навчально-виховний процес – це, передусім, процес формування особистості, то до розробок ППЗ ставляться особливі вимоги. Вони повинні розроблятися на основі системного підходу, враховуючи логіку навчання, наступність у вивченні шкільних предметів, при цьому слід дотримуватися техніко-педагогічних і санітарно-гігієнічних норм, а також техніки безпеки.

Дидактичні вимоги до ППЗ включають забезпечення надійної роботи зворотного зв'язку, самоконтролю, індивідуалізації та диференціації процесу навчання, а саме: при вивченні теоретичного матеріалу й закріпленні його за допомогою розв'язування контрольних завдань та вправ.

Методичні вимоги до ППЗ передбачають послідовну комп'ютеризацію навчальних курсів, а в подальшому - і всього навчального процесу, виведення на екран дисплея високоякісної, об'ємної та наочної інформації, яка сприятиме аналогічній роботі учнів, не відволікаючи уваги від основної ідеї, заохочення до праці кожного, формування впевненості у своїх знаннях і вміннях.

Використання ППЗ повинно надавати користувачеві свободу, обмежену лише рамками предметної галузі (наприклад, з матрицею можна робити будь-які елементарні перетворення в будь-якій послідовності, головне - знайти її ранг), тобто користувач не повинен знаходитися під пресом алгоритму розв'язування задачі, що визначений на стадії написання ППЗ.

Створення якісних ППЗ для комп'ютерів, ефективних комп'ютерних технологій навчання можливе тільки на основі добре розробленої відповідної теорії, котра і являється теорією програмованого навчання.

Більшість авторів класифікують навчальні програми та інші засоби навчального циклу за такими принципами: комп'ютерний підручник, предметно-орієнтовні середовища (мікросвіти, моделюючі програми, навчальні макети), лабораторний практикум, тренажери, контролюючі програми, довідники, бази даних навчального призначення.

Всі наведені і не наведені приклади застосування комп'ютера під час вивчення нового матеріалу виконані у вигляді педагогічних програмних розробок (ППР), яких тільки в одному курсі фізики з розділу «Електродинаміка» розроблено 16 штук [1-5, 8, 9, 19-27]. Сам зміст ППР визначається змістом навчального предмету.

ППР вміщує матеріал, який вивчається за програмою в навчальному закладі. Це книжечка, в якій повністю написано розширений текст прослуханої лекції, яка супроводжується комп'ютером, з усіма зображеннями, таблицями і

навіть числами, що відтворюються на екрані або мультимедійній дошці. До складу ППР входить також диск або кілька дисків, на яких записано програму для комп'ютера, за якою він працює на лекції і якою можна скористатися при самостійному опрацюванні матеріалу, а також додатковий матеріал (наприклад, електронні енциклопедичні дані чи пояснення). Деякі ППР містять набір слайдів.

В останній програмній розробці, що приведена в пункті 1 як і в інших попередніх програмних розробках для комп'ютера є допоміжні засоби для роботи з самою програмою. Це так звані паузи, зупинки, електронний показник, розділи, цифри (зверху або знизу), що дають можливість визначити вчителю, на якому етапі роботи знаходиться комп'ютер. Користуючись ними, вчитель може ефективно керувати комп'ютером під час подання нового матеріалу.

Крім того, кожна ППР має у своєму тексті короткі рекомендації щодо роботи з програмою (де є назва і опис програми). Тут також є вказівка про позначення, якими необхідно користуватися і яку вони виконують функцію. В електронній програмі для комп'ютера закладена можливість використовувати показник, а в ППР дається детальний опис користування ним при викладанні нового матеріалу.

Для кожного ППР, які нами розроблені на кафедрі фізики і методики навчання фізики, астрономії [1-5, 8, 9, 19-27], потрібно користуватися карткою супроводження, так як весь матеріал програми складається з розділів. Кожний розділ містить вибрану добірку матеріалу, яка описує той чи інший процес. Наприклад, якщо нам необхідно викликати конкретний розділ, для цього треба натиснути клавішу «R». Внизу монітора з'явиться запит «Розділ №?». Після вказування номера розділу програма почне працювати з вказаного місця.

Відмітимо, що учні, в яких є власні комп'ютери або які мають доступ до комп'ютера, можуть використовувати ППР для опрацювання прослуханого матеріалу, відпрацювання практичного заняття або як виконання домашнього завдання. Однак учитель може використовувати ППР для підготовки до уроку.

Користуючись ППР, учитель сам може визначити рівень викладання залежно від того, чи подається цей матеріал у загальноосвітній школі загального типу, чи в навчальному закладі з поглибленим вивченням фізики, чи навіть у навчальних закладах різних ступенів акредитації.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Сільвейстр А.М., Сумський В.І. та ін. Фізика. Магнетизм і магнітні матеріали: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1998.-33 с. + дискета.
2. Сільвейстр А.М., Сумський В.І., Тичук Р.Б. та ін. Фізика. Електрорушійна сила: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1998. – 26 с. + дискета.
3. Сільвейстр А.М., Сумський В.І., Тичук Р.Б. Фізика. Струм в газах: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1998. – 28 с. + дискета.
4. Сільвейстр А.М., Сумський В.І. та ін. Фізика. Діелектрики в електростатичному полі: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1998. – 27 с. + дискета.
5. Сільвейстр А.М., Сумський В.І., Тичук Р.Б. Фізика. Рух заряджених частинок в електричному та магнітному полях: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1998. – 42 с. + дискета.
6. Сільвейстр А.М., Сумський В.І. Дидактична ефективність застосування ЕОМ під час вивчення нового матеріалу //Фізика та астрономія в школі. –1998. -№3. -С. 5-7.
7. Сільвейстр А.М. Викладання матеріалу за новою інформаційною технологією //Фізика та астрономія в школі. –1999. -№4. -С. 33-34.
8. Сільвейстр А.М., Сумський В.І., Тичук Р.Б. Фізика. Струм в рідинах: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1999. - 28 с. + дискета.
9. Сільвейстр А.М., Сумський В.І., Тичук Р.Б. Фізика. Заряджені тіла. Електризація тіл: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця, 1999. - 12 с. + дискета.
10. Сільвейстр А.М. Нові інформаційні технології під час вивчення нового матеріалу //Фізика та астрономія в школі. –2000. -№2. -С. 49-51.
11. Сільвейстр А.М. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики з використанням комп'ютера //Фізика та астрономія в школі. - 2002. - №4. -С. 48-50.
12. Сільвейстр А.М., Сумський В.І., Тичук Р.Б. Активізація пізнавальної діяльності учнів під час вивчення теми «Електричний струм у напівпровідниках» //Фізика та астрономія в школі. 2002. - №6. -С. 39, 40.
13. Сільвейстр А.М., Тичук Р.Б. Розвиток пізнавальної діяльності учнів при вивченні теми «Електричний струм в газах» з використанням інформаційних технологій навчання //Збірник наукових праць «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми». Випуск п'ятий. Київ-Вінниця, 2004. -С. 325-333.
14. Сільвейстр А.М., Тичук Р.Б. Використання комп'ютера під час вивчення теми «Електричний струм у рідинах» //Фізика та астрономія в школі. 2005. - №2. -С. 44-47.
15. Сільвейстр А.М. Інформатизація освіти як основний чинник трансформації шкільного навчання //Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія: //Збірник наукових праць. - Випуск 26. /Редкол.: М.І. Сметанський

(голова) та ін. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер». – 2009. – С. 134-140.

16. Сільвейстр А.М., Моклюк М.О. Формування вмінь і навичок при навчанні фізики в середній загальноосвітній школі засобами мультимедіа //Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Випуск 77. Серія: Педагогічні науки. Чернігів, 2010. – С.114-118.

17. Сільвейстр А.М., Моклюк М.О. Використання комп'ютерних технологій на уроках фізики в загальноосвітніх навчальних закладах на прикладі вивчення електродинаміки // Наукові записки. – Випуск 98 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – С. 252-255.

18. Сумський В.І., Сільвейстр А.М., Фертюк О.І. Графічне зображення функцій ЕОМ на лекціях - шлях до активізації навчального процесу //Шляхи удосконалення фундаментальної і професійної підготовки вчителів фізики: Тези доп. II Всеукр. конф. Ч.1. -Київ, 1995. -С. 72.

19. Сумський В.І., Сільвейстр А.М. та ін. Загальна фізика. Напівпровідник: Педагогічна програмна розробка. ЧІ, ІІ. - Вінниця: ВДПІ, 1993. – 38 с. + 2 дискети.

20. Сумський В.І., Сільвейстр А.М., Фертюк О.І. Загальна фізика. Вступ до теорії відносності, або світ великих швидкостей: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця: ВДПІ, 1994. - 12 с. + дискета.

21. Сумський В.І., Сільвейстр А.М. та ін. Загальна фізика. Розподіл Максвелла: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця: ВДПІ, 1994. - 8 с. + дискета.

22. Сумський В.І., Сільвейстр А.М. та ін. Загальна фізика. Заряд: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця: ВДПІ, 1994. - 18 с. + дискета.

23. Сумський В.І., Сільвейстр А.М. та ін. Застосування композиційних матеріалів: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця: ВДПІ, 1994. -38 с. + дискета.

24. Сумський В.І., Сільвейстр А.М., Рибак С.М. та ін. Загальна фізика. Електровакуумні прилади: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця: ВДПІ, 1996. - 74 с. + дискета.

25. Сумський В.І., Сільвейстр А.М. та ін. Загальна фізика. Електроємність - властивість провідника: Педагогічна програмна розробка. - Вінниця: ВДПІ, 1996. - 78 с. + дискета.

26. Сумський В.І., Сільвейстр А.М. та ін. Загальна фізика. Плазма і магнітне поле - шлях до керованого термоядерного синтезу: Педагогічна програмна розробка - Вінниця: ВДПУ, 1998. - 40 с. + дискета.

27. Сумський В.І., Сільвейстр А.М., Тичук Р.Б. Фізика. Електромагнітні коливання: Педагогічна програмна розробка - Вінниця: ВДПУ, 1999. - 53 с. + дискета.

28. Сумський В.І., Коношевський Л.Л., Сільвейстр А.М. та ін. З досвіду викладання загальної фізики за новою інформаційною технологією навчання (НІТ) //Педагогічні науки: Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант, 1999. - Випуск – ІХ. -С. 186-192.

Заболотний Володимир Федорович
Мисліцька Наталія Анатоліївна
Моклюк Микола Олексійович
Гулівата Інна Олександрівна
Сільвейстр Анатолій Миколайович

**ОКРЕМІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНОМУ
УНІВЕРСИТЕТІ ЗАСОБАМИ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Монографія