

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

**ВИКОРИСТАННЯ
ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ПРИРОДНИХ ЯВИЩ
У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ**

ПОСІБНИК

Київ • Атіка • 2014

УДК 373.5.091.33-027.22:001.891.3:53]:004.738.5(072.3)
ББК 74.262.23-268.4
В-43

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України
(протокол № 6 від 26.06.2014 р.)*

Рецензенти:

Величко С. П., доктор педагогічних наук, професор.
Пінчук О. П., кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник.

Авторський колектив:

Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, Н. П. Дементієвська, О. В. Слободяник,
П. К. Соколов.

За редакцією Жука Ю. О.

Використання Інтернет технологій для дослідження природ-
В-43 них явищ у шкільному курсі фізики : Посібник / [Авт. кол. :
Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, Н. П. Дементієвська, О. В. Слобод-
дяник, П. К. Соколов ; За ред. Ю. О. Жука] ; Ін-т інформацій-
них технологій і засобів навчання НАПН України. – К. : Атіка,
2014. – 172 с.

ISBN 978-966-326-478-3

У посібнику розкрито проблеми використання мережних технологій для дослідження природних явищ у курсі фізики середньої загальноосвітньої школи, формування системи знань засобами мережних технологій, особливості роботи учня з екранними образами у процесі навчальної дослідницької діяльності. Розглянуто основи методики підготовки і проведення навчальних досліджень у мережному просторі інформаційно-комунікаційних технологій, особливості використання комп'ютерних симуляцій навчального експерименту з фізики.

Посібник призначено для викладачів, магістрантів і студентів педагогічних університетів, учителів профільних класів загальноосвітньої школи, слухачів системи підвищення кваліфікації педагогічних кадрів і всіх, хто цікавиться проблемами застосування мережних технологій у системі середньої освіти.

УДК 373.5.091.33-027.22:001.891.3:53]:004.738.5(072.3)
ББК 74.262.23-268.4

ISBN 978-966-326-478-3

© Інститут інформаційних
технологій і засобів навчання
НАПН України, 2014
© Видавництво «Атіка», 2014

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ I. НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ У ПРОСТОРИ МЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
1.1. Формування системи знань засобами мережних технологій	5
1.2. Шкільне навчальне дослідження засобами моделюючих програмних середовищ як ситуація пізнання	19
1.3. Сприйняття, аналіз та інтерпретація образу об'єкта вивчення в процесі навчального дослідження в інформаційно-комунікаційному середовищі	34
1.4. Комп'ютерні симуляції навчального експерименту в курсі фізики середньої школи	47
РОЗДІЛ II. НАВЧАЛЬНА ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В ІНТЕРНЕТ-ПРОСТОРИ	
2.1. Підготовка і проведення навчальних досліджень природних явищ із використанням сайту Phet	61
2.2. Організація самостійної навчальної діяльності старшокласників засобами Інтернет-технологій	79
2.3. Розвиток навичок самостійної роботи учнів з фізики в мережному просторі	87
2.4. Розв'язування дослідницьких індивідуальних завдань засобами інформаційно-комунікаційних технологій	94
2.5. Використання Phet-симуляцій для виконання домашніх експериментальних завдань	104
РОЗДІЛ III. РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ В ІНТЕРНЕТ-ПРОСТОРИ	
3.1. Критичне оцінювання ресурсів Інтернету в дослідницькій діяльності учнів під час вивчення предметів природничо-математичного циклу	116
3.2. Основні педагогічні технології формування критичного мислення в роботі з учнями на заняттях з оцінювання Інтернет-ресурсів	121
3.3. Діяльність учителя в підготованні та формуванні навичок критичного оцінювання он-лайнних ресурсів	132
3.4. Технології розвитку критичного мислення під час оцінювання ресурсів Інтернету у вчителів і школярів різного віку	140
3.5. Оцінювання рівня сформованості в учнів уміння критично оцінювати ресурси Інтернету	157

ВСТУП

Однією з основних ознак сучасного суспільства є стрімкий розвиток комп'ютерних інформаційних технологій і систем телекомунікацій, що знаходить безпосереднє відображення в системах освіти. За останні роки в Україні відбулися суттєві зрушення у галузі впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в навчальний процес. Сьогодні можна з упевненістю говорити про те, що Інтернет перестав бути просто системою зберігання і передавання великих обсягів інформації, а став невід'ємною частиною повсякденної освітньої реальності і, відповідно, розширив можливості реалізації інноваційних процесів у цій сфері. Одним із наслідків цього є виникнення принципово нових форм організації навчальних досліджень через перенесення їх у простір мережних технологій.

Специфіка розвитку дослідницького середовища в умовах комп'ютеризації шкільного навчального процесу пов'язана з виробленням нових стратегій організації навчання на основі сучасних концепцій особистісно орієнтованої освіти, розвитку принципово нових засобів навчальної діяльності, збільшення компоненти самостійної навчальної дослідницької діяльності в Інтернет-просторі. Аналіз навчального процесу в загальноосвітній школі показує, що використання мережних технологій розширює сферу навчальних досліджень, надає їм сучасну спрямованість. При цьому треба констатувати той факт, що у шкільному освітньому процесі не приділяється достатньої уваги проблемі використання можливостей мережі Інтернет в організації навчальної дослідницької діяльності, в результаті чого учні не завжди доцільно та ефективно користуються глобальною мережею та її сервісами в навчальних цілях; цілеспрямованому формуванню специфічних умінь і компетентностей в умовах мережевої взаємодії, до яких належить, зокрема, критичність мислення, розвиток якого у суб'єкта навчання стає необхідним для організації його продуктивної діяльності в Інтернет-просторі.

Отже, можна констатувати наявність суперечності між затребуваністю у шкільному освітньому процесі засобів інформаційно-комунікаційних технологій і відсутністю науково обґрунтованих рекомендацій щодо їх оптимального використання в такій новій області педагогічної діяльності, як організація дослідження природних явищ з використанням Інтернет орієнтованих технологій. Насамперед, це пов'язано з уточненням місця і ролі Інтернет орієнтованих технологій та мережних ресурсів у системі джерел навчальної інформації; формулюванням вимог до добору змісту навчання фізиці, що повинно бути представлене в мережних сервісах; визначенням видів навчальної діяльності учнів з фізики із застосуванням мережних технологій та ресурсів (методи навчання); виявленням особливостей способів дидактичної підтримки такої діяльності (специфіки методів викладання); визначенням особливостей форм навчальної діяльності із застосуванням засобів інформаційно-комунікаційних технологій та уточненням системи форм навчальних занять, у рамках яких доцільно використовувати Інтернет орієнтовані технології; уточненням змісту підготовки учнів до застосування мережних технологій, зокрема необхідних знань, умінь, навичок, ІКТ-компетентностей учнів, а також змісту і методики підготовки вчителів до організації навчального процесу з використанням Інтернет-технологій.

Розділ I

НАВЧАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ У ПРОСТОРІ МЕРЕЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1. Формування системи знань засобами мережних технологій

Характерною особливістю використання засобів ІКТ є подання навчальної інформації у вигляді певної «екранної події», на підставі якої суб'єкт навчальної діяльності має здійснити низку розумових дій, які, врешті рещт, мають сформувати певну систему знань відносно об'єкта навчання. «Провідним видом сприйняття інформації за роботи з комп'ютерними засобами навчання сьогодні та в осяжному майбутньому є візуальне. Тому найважливішим питанням в організації процесу навчання за допомоги комп'ютера є аналіз властивостей візуальної інформації та особливостей її сприйняття з екрану»¹. Процес переходу від перцептивної стадії розумового процесу (у цьому випадку – зорового сприйняття екранної інформації) до аналітичної діяльності відносно «екранної події» вимагає від учня вміння вирізняти з пропонованої інформації такі її об'єкти, які дозволили б йому сформувати знання, необхідні для подальшого навчання. Тоді як за традиційного навчання недостатньо опрацьована візуальна інформація може бути якісно доповнена поясненням вчителя, в умовах комп'ютерно орієнтованого навчання можливості використання вербальної інформації значною мірою обмежені.

Отже, «висловлювання» засобу ІКТ, сформоване у формі екранної події, сприймається учнем як полікодовий текст [30], який несе в собі повідомлення (об'єктивну інформацію) та обов'язковим чином «генує» в учня множину суб'єктивних сенсів. До полікодових текстів нині відносять тексти, що містять різні семіотичні візуальні (вербальні та іконічні) знаки. Як відмічає О. Д. Некрасова², «у поле дослідницьких інтересів потрапляють різні форми існування полікодових конструкцій: інструкції, листівки, мистецтвознавчі описи картин, текс-

¹ Барышкин А. Г., Резник Н. А. Основные параметры визуализации учебной информации / А. Г. Барышкин, Н. А. Резник // Компьютерные инструменты в образовании. № 3, 2005 г.

² Некрасова Е. Д. К вопросу о восприятии полимодальных текстов / Е. Д. Некрасова // Вестник Томского государственного университета. 2014. – № 378. – С. 45–48.

ти газетного дискурсу (статті, репортажі та ін.), інтернет-комунікації (демотиватори, веб-сайти) тощо. Основне завдання дослідники вбачають у виявленні кореляцій внутрішньої взаємодії символів і знаків різних кодів між собою в рамках досліджуваного жанру (функції іконічного знаку всередині вербально представлені інформації, форми взаємодії вербальної та іконічної інформації і под.)». Всі ці візуальні тексти формують сьогодні візуальну культуру, яка, на думку багатьох дослідників, заступає монотекстову культуру, початок якої пов'язують із появою друкованих видань.

Останнім часом з'являється досить багато публікацій, присвячених аналізу візуальної культури в дуже різноманітних її проявах, поняття «візуальна культура», «візуальні образи сучасної культури» стають приводами для живих теоретичних дискусій. «Сучасний світ являє себе в нескінченному розмаїтті візуальних знаків і соціально функціонуючих зображень. Образи оточують нас. Усяка подія в нашому світі, навіть та, яку ми відчуваємо і про яку мріємо, може бути виражена у візуальній формі, представлена в образному вигляді. Наші уявлення про світ складаються з того, що ми бачимо і чуємо, сума знаків та образів стає засобом громадського контролю, отже, ті, хто нам що-небудь показують і розповідають, можуть управляти нашим світоглядом»¹. У своєму дослідженні А. В. Колосов приводить вислів західного радіожурналіста О. Геніса, який на питання, що, на його думку, стало найбільш значущою подією ХХ ст. сказав: «Ніщо не змінило життя ХХ століття так, як відеократична революція, яку почав кінематограф, підхопив телевізор і завершила електронна медіа. ... За сто років відеократія перекроїла геометрію та оптику нашого світу. ... Перевага відеообразів над словом означає, що вперше за останні три тисячі років знайдено альтернативу писемності». [13]. Отже, можна констатувати, що швидке перенесення навчальної діяльності на екран комп'ютера, дедалі більше застосування зорових образів у процесі подання навчальної інформації є відображенням глобальних тенденцій світової інформаційно орієнтованої культури сучасного технологічного суспільства.

Аналогічно до використання педагогічних програмних засобів (ППЗ), у процесі застосування моделюючих програмних систем (МПС), які забезпечують виконання навчального дослідження в просторі мережних технологій, екранний образ (екранна подія) завжди відповідає математично заданій функції, яка є ідеалізованим відображенням властивостей і відношень конкретних, чуттєво сприйманих і

¹ Колосов А. В. Визуальные образы в средствах массовой информации: Дис. ... канд. филос. наук : 22.00.06 // А. В. Колосов. – Москва, 2000. – 154 с.

різнокісних явищ дійсності (у нашому випадку, фізичних процесів і явищ). Як будь-який математичний об'єкт, функція, яка управляє екранним образом, створюється (конструюється) в результаті складного багатоступеневого абстрагування та ідеалізації, і, врешті-решт, її властивості вивчаються методами математики, себто методами класичної дедуктивної науки [12]. З іншого боку, вивчення процесів формування знань на основі сприйняття екранної інформації, її розуміння, аналізу та інтерпретації, на основі яких ця система будується, належить до галузі педагогічних і психологічних наук.

Дослідницька діяльність, навіть навчальна, передбачає оволодіння певними знаннями, методами та вміннями, але також і сформованістю певного стилю мислення. Однією з головних особливостей цього стилю мислення є усвідомленість операцій і способів розумової діяльності. Учень-дослідник повинен розуміти і усвідомлювати не лише результат своєї діяльності, а й сам процес цієї діяльності «як етапного формування усвідомлення (розуміння): окремих факторів, явищ, подій, процесів, а також зв'язків між ними; сутності понять, ідей, вчень, теорій (закономірностей та законів); механізмів міркувань, структури розумових операцій; напрямів мислення, тобто причин вибору того чи того вирішення питання»¹.

Знання сьогодні трактуються як спеціальна форма подання інформації, що дозволяє мозку зберігати, відтворювати й розуміти її. Часто знання розглядаються як дані, що мають розвинену і складну структуру. Ніяк не вся інформація виступає в ролі знання. Знання також можна розглядати як особливу інформацію, зафіксовану й виражену в мові, зокрема в мові зорових образів. Типи відносин, що визначають зв'язок знань із позамовним світом, один з одним та з системою людських дій, підкоряються особливим закономірностям, а саме: семантичним, синтаксичним і прагматичним. До основних властивостей знань відносять, зокрема, взаємозв'язок інформаційних одиниць і наявність семантичного простору. В результаті взаємозв'язку між одиницями встановлюються різноманітні відносини семантичного і прагматичного характеру зв'язків (явищ і фактів). Семантичний простір характеризує близькість-далекість інформаційних одиниць одна від одної. Іншими словами, знання не можуть являти собою безсистемний набір одиниць, вони повинні бути взаємозалежні та взаємозв'язані в семантичному просторі.

Як відзначає С. Ф. Сергєєв², «результати навчання відображаються в категорії «знання» та її варіантах у вигляді вмінь і навичок, наявність

¹ *Поспелов Н. Н., Поспелов И. Н.* Формирование мыслительных операций у старшекласников. – М.: Педагогика, 1989. – 152 с.

² *Сергєєв С. Ф.* Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с.

яких в учня свідчить про досягнення системою навчання її цілей. Однак варто визнати, що «знання» – досить невизначене в науковому плані, хоча й часто використовуване у педагогічній практиці поняття». Таке розуміння знання визначає його як самостійний, відірваний від суб'єкта продукт, з яким можливі операції, що їх ми використовуємо в маніпулюванні з незалежними предметами фізичного світу. Тобто, знання можна зробити, виміряти, нагромадити, передати, збільшити або зменшити, помножити і втратити.

Як показує аналіз літературних джерел, сьогодні є підстави вважати, що певного переусвідомлення вимагає саме поняття «інформація», зокрема його взаємозв'язок із поняттям «знання», які стали особливо популярними в останні роки. Так, у теорії штучного інтелекту вживається термін «перетворення інформації в знання», чому сприяють прикладні досягнення в машинним обробленні потоків даних, що містять документи, які не тільки складені на різних мовах, а й належать до різних соціокультурних контекстів. У дослідженні структур індивідуального знання І. О. Александров доходить висновку про їхню тотожність психологічним структурам, а процеси організації структур знання розглядає як узагальнений опис психологічних процесів [1]. У нашому випадку, коли об'єктом сприйняття є інформація, відображена на екрані комп'ютера, в розгляді поняття «інформація» необхідно враховувати психологічний і семіотичний аспекти цього поняття. Психологічну структуру інформації зазвичай представляють у вигляді триланкової ієрархії: знак – значення – сенс¹. Застосування кібернетичних аналогій дає можливість ототожнити знання з інформацією, її одержанням, засвоєнням і використанням. Такі погляди є основою когнітивного підходу у психології, відповідно до якого пізнання розглядається як процес надбання суб'єктом навчання ефективних структур знання. У галузі штучного інтелекту знання розглядаються як цілісна сукупність відомостей про об'єкти і явища, представлені в описах предметної галузі. «Багато педагогічних систем засновані на таких поданнях і включають знання як основний продукт, з яким має справу людина в навчальній системі. Ідеологічною основою представлень про об'єктивне знання є філософія матеріалізму та її сучасні модифікації»².

Щоправда, існує й інша позиція, що набуває дедалі більшого поширення серед науковців, відповідно до якої знання розуміються як певний процес створення і вдосконалювання індивідуальних пізна-

¹ Щедровицкий Г. П. Знак. Значение. Смысл./ Г. П. Щедровицкий. Избранные труды. – М. : Шк. Культ. Полит., 1995. – 800 с. – С. 375–420.

² Там само.

вальних структур людини, що дозволяють їй ефективно розв'язувати завдання забезпечення своєї життєздатності. Поняття «знання» в контексті навчання розглядається як досягнення учнем ззовні заданих результатів (критеріїв), що свідчать про зміну його психофізіологічної структури у визначеному цілями навчання напрямі.

«Міркуючи над тим, як ми визначаємо наявність або відсутність знання в іншій людині в тій або тій галузі, можна виявити, що насамперед ми шукаємо адекватне поведження або дії цієї людини в галузі, яка нас цікавить, ставлячи відповідні питання. Якщо ми думаємо, що поведження або дія, або їхні описи, дані у відповідь на наше питання, адекватні чи ефективні в галузі, що ми визначили, ми стверджуємо, що людина знає. Якщо, навпаки, ми думаємо, що таке поведження або дія неадекватні або неефективні в галузі, окресленій питанням, то ми стверджуємо, що людина не має знань у цій галузі»¹.

Знання про те, яким чином поводити себе у проблемній ситуації, що є характерною для навчального дослідження, у випадку застосування для виконання дослідження мережних технологій, безумовно, має дві складові (навіть розглядаючи це поведження в дуже спрощеному вигляді). Так, в аспекті педагогічної доцільності використання методу навчального дослідження для поглиблення знань у предметній галузі, що вивчається, на перший план виступають знання предметної галузі (що їх можна віднести до декларативних) та ознайомлення з методами наукового дослідження (в яких велику частку займають процедурні знання). У площині використання мережних технологій, привертає увагу необхідність знань у галузі ІКТ (більшість із яких можна віднести до процедурних).

Згідно з М. Бунге [9], процес сприйняття охоплює три етапи: сприйняття починається з деякого очікування або гіпотези; потім відбувається приймання інформації; нарешті – перевірка або підтвердження інформації. Під кутом зору теорії алгоритмів процеси оброблення гіпотез у сприйнятті й розв'язанні являють собою вкладені цикли, оброблення яких перебігає, очевидно, строго індивідуально. Однак загальним виявляється той факт, що будь-яку гіпотезу включено в деяку систему гіпотез, на які вона спирається. Що більша кількість опорних гіпотез і що більше інтегровано їхню систему, то ймовірніше виникнення гіпотези, віра в її правильність.

Наприклад, якщо в науковій творчості (зокрема, у дослідницькій діяльності) гіпотеза, врешті-решт, переходить у достовірне знання, то у навчальній діяльності (зокрема в розв'язанні проблемних ситуацій навчального дослідження) гіпотеза – один із засобів побудови

¹ Сергеев С. Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М. : Народное образование, 2009. – 432 с. – С. 102.

моделі розв'язання проблеми. Розглядаючи гіпотезу як засіб, ми кваліфікуємо її як елемент структури процедурного знання. Але достовірність самого розв'язання визначається його проекцією на наявне достовірне знання (декларативне). У цьому плані поняття «гіпотеза» у навчальній діяльності більш відповідає здогадці (припущенню), яке в науковій діяльності передуює гіпотезі.

Формування гіпотези покликане вирішити завдання спроби розкриття причинно-наслідкових та інших закономірностей, зв'язків і відношень досліджуваного явища, його сутності, властивостей тощо. У навчальній діяльності, якщо суб'єкту не відомі (або не зрозумілі) закономірності зв'язків досліджуваного явища, їхній причинно-наслідковий характер, то досягнення встановлених цілей дослідження не можливе у принципі. Ми повинні пам'ятати, що, порівнюючи навчальну діяльність із науковою (або навчально-дослідницьку з науково-дослідницькою), ми лише проектуємо першу на другу. Термінологічна плутанина призводить до того, що часто ототожнюють діяльність у теоретико-емпіричному просторі (наука) з діяльністю в теоретико-аксіоматичному просторі (навчання), позаяк у процесі навчання використовуються дидактично оброблені, трансформовані в аксіоми різного ступеня загальності наукові теорії (тобто декларативне знання). Сказане стосується до всіх фактуальних наук, зокрема й до фізики. Найбільш частим методом підтвердження гіпотези розв'язання навчального завдання є метод дедуктивного виведення цієї гіпотези з іншого, але вже достовірного знання: наукової теорії, фізичного закону, відомого розв'язку аналогічної задачі тощо.

Спростування гіпотези здійснюється способом фальсифікації наслідків, що випливають із неї, тобто встановленням невідповідності наслідків із гіпотези об'єктивному порядку речей, встановлення неузгодженості їх із фактичними даними. За наявності декількох гіпотез, висунутих для розв'язання однієї і тієї ж проблеми, крім розглянутих прямих способів підтвердження та спростування гіпотези, можуть застосовуватись і опосередковані методи. І знову-таки, коли мова йде про методи, ми повертаємося до поля процедурного знання.

Педагогічні спостереження процесу формування гіпотези дають можливість зробити висновок, що пошукова поведінка буває ефективною, коли учень готовий до сприйняття інформації, яка міститься в умові задачі. Ця готовність зростає мірою збільшення ймовірності зустрінути знайому для учня інформацію і від того, яку саме інформацію учень очікує знайти в умові, в якому контексті зустрінуто незнайома інформація. Це, загалом, узгоджується з спостереженнями психологів про те, що «ідентифікація» на підставі ознаки є, ймовірно, найбільш частою та елементарною формою пізнавальної діяльності [9].

В евристичному плані треба говорити про вихідну та вторинну гіпотези. Саме вихідна гіпотеза є найбільш важливою, оскільки з неї починається процес розв'язання, а вона, своєю чергою, залежить від характеру процесу сприйняття проблемної інформації. Евристика більшістю спеціалістів розуміється як набір особливих способів (процедур) мислення, які дають можливість «звужувати простір пошуку» розв'язання, виявляти галузі, де ймовірність наштовхнутися на правильний розв'язок більш висока, ніж за суцільного перебору варіантів.

Поняття «знання» пов'язане із широким колом явищ, які відображаються в термінах «учіння», «навчання», які, своєю чергою, визначають специфіку одержання й використання ефективного досвіду. Вони певною мірою синонімічні й визначаються множинами знань, які перетинаються, відрізняючись тільки в нюансах застосувань. Часто такі поняття пов'язують із надбанням індивідом нових способів поведінки й діяльності та їхньою фіксацією або модифікацією, що приводить до змін психологічних структур, які забезпечують подальше вдосконалення діяльності. Знання, проявляючись у конкретних завданнях, виникає як системна реакція організму на ті або ті зміни у відносинах із середовищами (зовнішнім і внутрішнім). Знання не можна виокремити із загальної структури психічних відносин.

Одним із центральних питань у визначенні поняття «знання» є взаємозв'язок інформаційного й семантичного простору. Ці простори не тотожні: інформаційний простір утворюється даними, які фізично зафіксовані на тих або тих носіях інформації, тоді як семантичний простір породжується комплексами абстрактних понять, які пов'язані із суб'єктивними оцінками, що їм даються людиною. Найбільш природним видається визначити семантичний простір як множину одиниць змісту, актуальних у соціокультурному контексті. Одиницю змісту можна визначити як елементарну категорію, що дозволяє людині конструювати суб'єктивні оцінні судження про речі, явища та процеси, які належать до навколишнього світу.

Теоретичне усвідомлення подібних ситуацій свідчить про те, що саме знання є певною надбудовою над інформаційними потоками, яка, врешті-решт, обумовлена наявністю стійких зв'язків між певними інформаційними елементами. Як показують дослідження в галузі штучного інтелекту, багато завдань, що виникають під час роботи з інформаційними потоками, мають чимало спільного із завданнями статистичної фізики й гідродинаміки і можуть вирішуватися тими самими методами. Ця обставина відкриває широкі перспективи для застосування методів сучасної фізики до розв'язання теоретико-інформаційних завдань.

З іншого боку, визнання того, що витяг з інформаційних потоків знань (у звичайному розумінні цього слова) є самостійною проблемою, яка має вирішуватися спеціальними методами й вимагає окремого розроблення, що, безсумнівно, сприятиме розвитку цих методів і відповідних інструментальних засобів. Як показують педагогічні спостереження, в процесі операторної діяльності пошуку інформації в мережах, мірою збільшення кількості переходів від одних інформаційних блоків до інших, збільшується роль інваріантів (як різного представлення навчальної інформації), що, своєю чергою, сприяє поступовому оволодінню суб'єктом пошуку різними формами представлення змісту і структури навчальної інформації. Окрім цього, відбувається вироблення навичок не тільки самостійно здобувати знання, завдяки необхідності для суб'єкта інтелектуально опрацювати великі інформаційні блоки, а й цілеспрямовано будувати траєкторії пошуку, адаптуючись до можливостей обраних пошукових систем. У результаті відбувається формування у суб'єкта навчання системи інформаційно орієнтованої поведінки у просторі комп'ютерних мереж, тобто системи, яка базується на таких одиницях розумової діяльності, що притаманні прийняттю рішення у проблемній ситуації вибору.

У педагогічній практиці зміна рівня адаптації до пошукової діяльності в комп'ютерних мережах свідчить про поступове скорочення множини альтернатив мірою опанування суб'єктом пошуку як навчальним матеріалом, який, у цьому випадку, має стати основою формування певної системи знань, так і набуття ним досвіду щодо навігації в комп'ютерних мережах. Тут треба зазначити, що використання підлітками мережних технологій відбувається не тільки на уроках, а й у позаурочний час, дедалі більше використовується ними для ігор та комп'ютерно-опосередкованого спілкування, які, у більшості, реалізуються сьогодні на основі зорових образів, а точніше – як полікодових або полімодальних текстів. Сьогодні вже можна констатувати, що діяльність підлітків у мережному просторі дедалі більше стає для них опорною моделлю діяльності, що, на наш погляд, потребує розгортання спеціальних досліджень у галузі не тільки педагогіки, а й ряду суміжних наук.

Представники інформаційного підходу пропонують таку класифікацію типів знань:

- глибинні знання як результат узагальнення первинних понять в абстрактні структури;
- поверхневі знання як сукупність емпіричних асоціацій і відносин між поняттями предметної галузі для стандартних ситуацій;
- концептуальні знання, які виражають властивості об'єктів, процесів і ситуацій через поняття (базові елементи) предметної галузі;

- експертні знання як знання фахівців предметної галузі, вони акумулюють накопичений досвід;
- синтаксичні знання, які характеризують синтаксичну структуру об'єкта, що не залежить від змісту використовуваних понять;
- семантичні знання, які містять інформацію, пов'язану зі змістом розглянутих об'єктів;
- прагматичні знання, які описують об'єкти щодо цілей розв'язуваних задач.

У теорії інформації знання визначаються як вид інформації, що відображає досвід фахівця (експерта) у певній предметній галузі, його розуміння множини можливих ситуацій і способи переходу від одного опису об'єкта до іншого. Знання про предметну галузь визначаються як сукупність відомостей про предметну галузь, що зберігаються в пам'яті фахівця та підрозділяються на: факти, що належать до предметної галузі; закономірності, характерні для предметної галузі; гіпотези про можливі зв'язки між явищами, процесами й фактами; процедури для вирішення типових завдань у цій предметній галузі [4].

Дослідження в галузі штучного інтелекту викликали необхідність певною мірою формалізувати поняття «знання». Насамперед це знайшло відображення в тому, що знання стали підрозділяти на декларативні та процедурні. Декларативні знання визначаються як знання, записані в пам'яті інтелектуальної системи так, що вони безпосередньо доступні для використання після звертання до відповідного поля пам'яті. Звичайно, декларативні знання використовуються для подання інформації про властивості й факти предметної галузі. По суті справи – це факти із предметної галузі, тобто фактичні знання. За формою подання декларативні знання протиставляються процедурним знанням. Процедурні знання – це знання, що зберігаються в пам'яті інтелектуальної системи у вигляді описів процедур, за допомогою яких їх можна одержати. Звичайно процедурні знання використовуються для подання інформації про способи розв'язання завдань у проблемній галузі, а також різні інструкції, методики тощо. За формою подання процедурні знання протиставляються декларативним знанням. Кінцевою метою навчання є формування способу дій, а образ дій реалізується через уміння в практичній діяльності. Механізмом формування вмінь є оперування знаннями (як декларативними, так і процедурними), що виявляється в поведженні людини.

Професор Г. О. Атанов, розглядаючи семантичну модель знання, що будується на зазначеному підході, вводить поняття «семантична предметна модель суб'єкта навчання», яку він визначає як послідовність семантичних фактів – найпростіших фактів, що мають предметний зміст. Семантичний факт – це завжди закінчена та єдина думка, що передається одним реченням або висловленням. По суті, семантичні

факти відіграють роль одиниць знань предметної галузі, тому що дрібніші порції цих знань предметного змісту не мають. У курсі фізики для технічних ВНЗ Г. О. Атанов вирізняє 1547 семантичних фактів (декларативні знання) [5].

У курсі фізики для технічних ВНЗ Г.О. Атанов вирізняє 58 алгоритмів (процедурні знання), які розподіляє за такими рубриками: розміщення; перехід; чисельне розв'язання рівнянь руху; чисельне інтегрування; складання рівнянь; визначення; використання; побудова; розрахунок; додавання; оцінювання хвильових характеристик елементарних частинок. За Г. О. Атановим, однією з головних властивостей знань є їхня структурність. Дуже важливо, особливо для навчального матеріалу, встановити його структуру. Тому що засвоїти певну порцію навчальних знань – це, встановити їхнє місце у структурі навчального матеріалу.

Розглядаючи конструктивістські, постмодерністські та середовищно орієнтовані моделі навчання, С. Ф. Сергеев¹ доходить висновку, «що на часі спостерігається заміна класичної парадигми в педагогіці на некласичні. Основні положення даних концептуальних схем зводяться до такого:

- знання, на відміну від інформації, не може бути витягнуте з людини, в якій воно існує в невіддільному вигляді;
- знання не можна передати безпосередньо від людини до людини. Воно може бути побудовано тільки самим учнем, вирощене в ньому;
- погоджуючись із нативістами, правильніше говорити про зародження й розвиток знання разом із народженням організму, про його вдосконалення у процесі життя, набуття властивостей, що враховують соціальний і життєвий досвід суб'єкта;
- знання не має дискретної матеріальної форми, до нього не можна застосовувати операції, аналогічні операціям із фізичними, матеріальними об'єктами;
- знання пов'язане з роботою механізму розуміння, властивості якого повинні враховуватися у створенні навчальних процедур;
- знання має риси соціального конструкта, що відображає інтерпретації, які породжуються й поділяються членами суспільства або групи».

Однак людину не можна прямо ототожнювати з певною «інтелектуальною системою», якою вона усвідомлюється в теорії штучного інтелекту. Діяльність людини, зокрема прийняття рішення щодо розв'язку проблемної ситуації, базується на свідомому використанні власних знань, які в людини не підрозділяються на декларативні та

¹ Сергеев С. Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М. : Народное образование, 2009. – 432 с. – С. 104–105.

процедурні. Знання відносно властивостей і фактів не протиставляються в людини способам їх використання для прийняття рішення, формування стратегій власної продуктивної діяльності. Мало того, розв'язання людиною завдань у проблемній галузі спирається саме на знання людиною конкретних фактів, явищ і властивостей речей. Навіть у галузі штучного інтелекту експерт (людина) визначається як фахівець, який за роки навчання і практичної діяльності навчився ефективно розв'язувати завдання, що належать до конкретної предметної галузі, а експертні знання – це знання, якими володіє фахівець у певній предметній галузі.

Розглядаючи процес розв'язання навчально-дослідницького завдання в ракурсі репліки науково-дослідницької діяльності, можна відмітити, що умови завдання (мета, дані, навчальна проблема, сценарій тощо) становлять для учнів нові фактичні дані, нову ситуацію (зв'язки і співвідношення даних) у світлі вже пізнаних закономірностей, вже вивчених учнями теорій. У цьому випадку логічною основою вивчення явища є умовисновки від знань більшого ступеня загальності до знань меншого ступеня загальності, тобто від загального до часткового. Вони дають можливість учневі у процесі розроблення гіпотези розв'язання перейти від уже відомих загальних положень науки, її законів до поставленої в завданні проблеми. Тут треба звернути увагу на той факт, що в процесі опанування методами дослідження в більшості використовується та наукова термінологія, яка притаманна саме науковому дослідженню. Такий підхід, з одного боку, зближує моделі діяльності, а з іншого – припускає певну термінологічну плутанину.

Під науковим терміном, звичайно, розуміється слово або словосполучення, яке є найменуванням наукового або технічного поняття та визначає його [10]. Термін здебільша однозначний або має тенденцію до однозначності, стилістично нейтральний, системний, обов'язковою вимогою для нього є повна визначеність значення і стійкість уживання. Функціонуючи в науковому контексті, терміни вступають у складні семантико-синтаксичні відносини, тобто створюють певні сполучення, що створює для учнів труднощі в процесі їх засвоєння.

Використання системних особливостей термінологічного апарату, який описує предметну галузь, уже достатньо давно використовується. Так, семантико-синтаксичні відносини системи термінів покладено в основу методики картування концепцій (concept mapping). Базові правила створення і використання «concept mapping» як способу подання і зв'язування думок розробив у 60-ті роки професор Джозеф Новак [38]. Це було розвитком ідей теорії Девіда Аусубела [37], який показав важливість попереднього досвіду для формування нових концепцій.

Методика картування концепції є однією з форм індивідуальної або колективної концептуалізації. Формування концепції реалізується через формування ієрархічної системи понять у певній галузі знання,

оцінювання відношень концептів у системі, відношень із середовищем у просторі та часі, їхнє графічне відображення у вигляді мапи концепції. Методика мапування концепцій допомагає індивіду за допомогою наочного «пророблення» знань про реальність сформувати достовірні індивідуальні знання, необхідні для організації оптимального поведіння, ефективної організації фізичного та соціального середовища. Мапування концепцій у соціальній групі допомагає формуванню достовірних соціальних знань, необхідних для організації оптимального поведіння. Метод мапування концепцій використовується у стратегічному плануванні, плануванні програм розвитку, прийнятті рішень, плануванні наукових досліджень, у вимірах і багатьох інших галузях науки та практики [6].

У теорії штучного інтелекту семантика предметної галузі (у вигляді понять і відношень між ними) описується методом семантичних мереж. Семантична мережа являє собою інформаційну модель предметної галузі, що має вигляд орієнтованого графа, вершини якого відповідають об'єктам предметної галузі, а дуги (ребра) задають відношення між ними. Об'єктами можуть бути поняття, події, властивості, процеси. Тож семантична мережа є одним зі способів представлення знань. У цій назві об'єднано терміни з двох наук: семантика у мовознавстві вивчає зміст одиниць мови, а мережа в математиці являє собою різновид графа як набору вершин, з'єднаних дугами (ребрами). У семантичній мережі роль вершин виконують поняття бази знань, а дуги (спрямовані) задають відношення між ними.

Типовими є семантичні мережі з бінарними відношеннями (що зв'язують рівно два поняття). Бінарні відношення дуже прості та зручно зображуються на графі у вигляді стрілки між двох концептів [14].

У лінгвістиці відношення фіксуються у словниках і в тезаурусах. У словниках у визначенні через рід і видову відмінність родові поняття посідає певне місце. У тезаурусах у статті кожного терміна можуть бути зазначені всі його можливі зв'язки з іншими родинними за темою термінами. Від таких тезаурусів необхідно відрізнити тезауруси інформаційно-пошукові з переліками ключових слів у статтях, призначених для роботи дискрипторних пошукових систем.

Наприклад, спроба створення семантичної мережі на основі всесвітньої павутини одержала назву семантичної павутини. Ця концепція має на увазі використання мови RDF (мови розмітки на основі XML) і покликана додати посиланням певний зміст, зрозумілий комп'ютерним системам. Це дозволить перетворити Інтернет у розподілену базу знань глобального масштабу. Для створення моделі, яка виражає базову структуру і зміст концептуальних схем, таких як тезауруси, класифікаційні схеми, списки іменованих об'єктів, таксономій та інших подібних типів словників, використовується спеціальна

мова SKOS, яка дає змогу публікувати терміни у веб-середовищі, зв'язувати їх з інформаційними елементами, а також включати в інші концептуальні схеми. Основними елементами SKOS є: концепт, який визначає ідею, сутність, об'єкт предметної галузі, та семантичне відношення, яке зіставляє два концепти один з одним.

Тезаурус у сучасній лінгвістиці являє собою особливий різновид словників загальної або спеціальної лексики, в яких зазначено семантичні відносини між лексичними одиницями. Отже, тезауруси, особливо в електронному форматі, є одним із діючих інструментів для опису окремих предметних галузей. З іншого боку, термін «тезаурус» вживається в теорії інформації для позначення сукупності всіх відомостей, якими володіє суб'єкт. На відміну від тлумачного словника, тезаурус дає змогу виявити сенс поняття не тільки за допомоги визначення, а й за допомоги зіставлення поняття з іншими поняттями і групами понять, завдяки чому може використовуватися для наповнення баз знань систем штучного інтелекту.

Ще одним прикладом використання структурного підходу формування простору знань є теорія подання знань фреймами, яку було розроблено вченим у галузі штучного інтелекту М. Мінським у 70-х роках ХХ ст. [22]. В основу цієї теорії покладено сприйняття фактів за допомоги зіставлення отриманої ззовні інформації з конкретними елементами і значеннями, а також із межами, визначеними для кожного об'єкта в пам'яті людини. Під фреймом розуміється абстрактний образ або ситуація [18; 31]. Наприклад, слово «сила» викликає в людини, яка сприймає інформацію, образ: «характеристика міри взаємодії тіл, вимірюється у ньютонах, векторна величина, є причиною прискорення або деформації тіла» (якщо забрати один із елементів, то поняття, що уявляється, вже не буде силою), але при цьому в такому образі можна заповнити значення кількох атрибутів сили (величина сили, напрямок сили, тип сили тощо). На відміну від вербального подання, образ «сила» позначається на екрані комп'ютера, в більшості, малюнком самого вектора. Сформований зовні (за допомоги програмної системи) зоровий образ поняття не спонукає учня до генерування власного «внутрішнього» образу, але надає можливості ототожнення зорового образу з поняттям «сила». Тут ми спостерігаємо прояв того, що Г. П. Щедровицький¹ формулював як триланкову ієрархію: знак – символ – сенс у психологічній структурі інформації.

Формалізована модель для відображення образу або ситуації також має назву фрейм. Будь-який фрейм, що представляє образ, містить набір атрибутів (слотів), значеннями яких є конкретні дані. Кож-

¹ Щедровицький Г. П. Знак. Значение. Смысл / Г. П. Щедровицкий Избранные труды. – М. : Шк. Культ. Полит., 1995. – 800 с. – С. 375–420.

ний слот має ім'я, унікальне в рамках конкретного фрейму. Крім того, фрейм може містити процедури, які будуть виконуватися за певних умов (запис або видалення інформації зі слота, звертання до слота, в якому відсутні дані). З кожним слотом може бути пов'язана будь-яка кількість процедур.

Згідно з теорією фреймів між різними концептуальними об'єктами існують деякі аналогії, в результаті чого фрейми, що представляють такі образи, вибудовуються в ієрархічну систему із класифікаційними та узагальнювальними властивостями. При цьому складні об'єкти подаються як комбінація декількох фреймів (вкладені фрейми). Властивістю мережі фреймів, запозиченої із семантичних мереж [29], є наявність відношень, які зв'язують фрейми з фреймами, що перебувають на рівень вище в ієрархії, звідки неявно успадковуються (переносяться) значення слотів. Кожний фрейм також має унікальне ім'я (ідентифікатор) у межах системи фреймів. Така структура дозволяє систематизувати великий обсяг інформації, залишаючи її при цьому максимально зручною для використання. Крім того, система (мережа) фреймів здатна відображати концептуальну основу організації пам'яті людини [32; 33].

У сфері формалізації знань одним із продуктивних підходів є побудова понятійної моделі знань. Відповідно до цієї моделі для кожного поняття, асоційованого з яким-небудь класом об'єктів навколишнього світу, існує його визначення як галузь абстрактного семантичного простору (простору понять). Ця модель припускає можливість побудови однозначної відповідності між деяким виразом, що описує певний об'єкт, властивість або дію в зовнішній реальності, та областю багатомірного простору понять у координатних осях цього простору. Зауважмо, що простір понять може бути як об'єктивним, так і суб'єктивним. Суб'єктивний простір понять – це простір понять окремої людини, об'єктивний простір понять презентує результат колективної домовленості про опис реальності. Ступінь збігу суб'єктивного простору понять, який суб'єкт навчання використовує для пояснення реальності, що досліджується, з результатом колективної домовленості про опис такої реальності, можна назвати ступенем розуміння реальності. «Розуміючи, ми інтерпретуємо зміст матеріалу, який потрібно зрозуміти, з одного або декількох можливих кутів зору. Тому в психологічному сенсі інтерпретація завжди виявляється обов'язковим компонентом розуміння. Не випадково деякі психологи навіть вважають за краще говорити про єдиний особистісно-пізнавальний процес розуміння-інтерпретації»¹. Розуміння, в мето-

¹ Знаков В. В. Понимание в познании и общении. – М.: изд-во Института психологии РАН, 1998. – 232 с. – С. 46

дологічному сенсі, – це такий науковий метод, за допомоги якого встановлюється значення наукового факту. Розумінням називається процедура тлумачення досліджуваного явища, його інтерпретація за допомоги системи правил, властивих науковій сфері.

1.2. Шкільне навчальне дослідження засобами моделюючих програмних середовищ як ситуація пізнання

Уже сьогодні накопичений у процесі інформатизації освіти досвід дозволяє стверджувати, що використання засобів ІКТ у процесі виконання лабораторних робіт, зокрема робіт дослідницького характеру, із фізики дає можливість реалізовувати комп'ютерний експеримент різного рівня автоматизованості, віртуальний комп'ютерний експеримент, застосовувати стандартні або педагогічно орієнтовані програмні засоби для оброблення, зберігання та презентації результатів експериментального дослідження. Переваги й вади комп'ютерного експерименту в процесі вивчення шкільної фізики широко висвітлюються у спеціальній літературі. Однак вибір форми комп'ютерно орієнтованої лабораторної роботи, навчального дослідження має визначатися педагогічною доцільністю використання засобів ІКТ, зокрема мережних технологій, для формування визначених знань, умінь, навичок і компетенцій.

Використання засобів ІКТ надає змоги учню в широких межах модифікувати «екранний» експеримент, презентований на екрані комп'ютера як візуальний образ, доступний для маніпулювання з боку користувача (учня) в процесі навчального дослідження. Як показує досвід, це допомагає суб'єкту навчального дослідження глибше зрозуміти фізичний процес, його перебіг за різних умов, різних значень вихідних параметрів і т. ін. Під комп'ютерною візуалізацією частіше за все розуміють методику переведення абстрактних уявлень про об'єкти в геометричні образи, що надає можливість дослідникові спостерігати результати комп'ютерного моделювання явищ і процесів.

У результаті реалізації фрагмента діяльності, пов'язаного з використанням графічного образу, учень може дійти результату, який лише частково задовольняє його. Однак результати досягнення локальної мети діяльності суб'єкт діяльності повинен співвіднести з загальним планом розв'язання проблемної ситуації. Мета виступає тут як деяке випереджальне відображення дійсності, як відображення потреби.

Спираючись на уявлення про активність відображення, у працях П. К. Анохіна, М. О. Бернштейна, М. Є. Введенського, О. Р. Лурія, Д. М. Узнадзе, О. О. Ухтомського у психології детально розроблено різноманітні аспекти проблеми ролі процесів передбачення майбутнього в регуляції практичної та пізнавальної активності суб'єкта. Згідно з П. К. Анохіним, фізіологічна архітектура реалізації діяльності розпадається на чотири стадії:

- 1) аферентного синтезу інформації, що надходить;
- 2) формування акцептора дії, в якому передбачаються результати майбутніх дій;
- 3) формування аферентного апарату;
- 4) зворотної аферентації.

Узагальненням дослідження компонентів сприйняття стала створена О. В. Запорожцем, В. П. Зінченко та іншими авторами теорія перцептивних дій, згідно з якою сприйняття є системою дій та операцій, що прижиттєво формуються на підставі засвоєння суспільно-історичного досвіду.

Основи загальної теорії діяльності закладено Л. С. Виготським, О. М. Леонтьєвим та С. Л. Рубінштейном, які, зокрема, сформулювали принципи генетичного аналізу діяльності та рухливості її структурних одиниць. Серед останніх О. М. Леонтьєв виокремлює процеси власне діяльності, підпорядковані певним мотивам, дії, спрямовані на досягнення тих чи тих поставлених цілей, та операції, що відповідають умовам, в яких об'єктивно задано цілі.

Застосування засобів ІКТ дає можливість використовувати предметно-маніпулятивний спосіб мислення (за термінологією С. М. Василейського). Використання засобу ІКТ, здатного візуалізувати діяльність користувача, – опосередкування предметно-маніпулятивного способу аналізу, оскільки дає змогу оперувати екранними образами уявлень. У випадку використання педагогічно орієнтованих програмних засобів, в яких моделюється середовище діяльності у вигляді системи графічних образів, мова, по суті, йде про застосування анімаційного підходу до подання навчального матеріалу. Тут суттєвою обставиною є надання суб'єкту можливості здійснювати інтеракції в анімаційному полі екранної події, тобто можливості активного втручання у відеоряд з метою досягнення встановлених цілей діяльності.

У використанні графічних образів у процесі навчального дослідження головним предметом діяльності є, очевидно, розв'язання навчального завдання, досягнення встановлених цілей дослідження. Однак залежно від конкретного етапу діяльності відбувається перенесення акценту цієї діяльності (локальне цілепокладання). Так, під час аналізу графічного образу головним предметом діяльності є сам графічний образ події, яку відображено на екрані комп'ютера, а на-

вчальне завдання або його фрагмент відходить на другий план. Продукт діяльності, що походить від її предмета, залежно від мети діяльності (загальної або локальної) також може бути визначений: головним продуктом діяльності є з'ясування графічного образу, другорядним – повне розв'язання завдання (або його фрагмента). Процедура діяльності (в технологічному плані) як спосіб (метод) отримання бажаного результату реалізується в операціях з перетворення графічного образу через маніпулювання ним у межах екранного поля.

Відомо, що сприйняття у людини найтісніше пов'язане з мисленням, із розумінням сутності предмета. Як свідчать психологічні дослідження, сприйняття не є лише набором подразників, що впливають на органи чуття, а становить динамічний пошук найкращого тлумачення, пояснення отриманих даних. Сприйняття – це активний процес, що використовує інформацію для того, щоб висувати і перевіряти гіпотези. Характер цих гіпотез визначається змістом минулого досвіду особистості. Як показано у працях, в основі сприйняття, оскільки воно включає висновок, лежить процес прийняття рішення. На думку Дж. Брунера¹, «...сприйняття – це процес категоризації, під час якого організм робить логічний висновок, відносячи сигнали до певної категорії, і... в багатьох випадках цей процес є неусвідомленим. Що адекватніші системи категорій, побудовані таким чином для кодування навколишнього середовища, то більша можливість передбачення інших властивостей відповідного предмета або події».

Навчаючись сприйняттю, людина засвоює відношення, що існують між спостережуваними властивостями об'єктів і подіями, опановує відповідні категорії та системи категорій, «навчається передбачати взаємозв'язки явищ і перевіряти ці передбачення»².

Вміння виокремлювати об'єкт сприйняття, набуте в процесі роботи, допомагає учневі «відсторонитися від тла». Неминучим тлом у такому разі є не лише вторинна у кожному конкретному випадку інформація на екрані, а й операціональна діяльність, зокрема із клавіатурою комп'ютера, без якої не можливе керування поведінкою засобу ІКТ. Більшість авторів схиляється до того, що сприйняття не зводиться лише до розподілу об'єктів за категоріями. Ми поділяємо ту думку, за якої у відборі та класифікації інформації той, хто сприймає, виокремлює лише те, для чого у нього заздалегідь сформовано еталон або систему ознак і так чи інак ігнорує все інше. Експериментальні

¹ Брунер Дж. Психологія познання / Дж. Брунер. – М. : Прогресс, 1977. – 412 с. – С. 23.

² Там само.

дослідження показали, що суттєвим компонентом прийняття рішення щодо розпізнавання та інтерпретації інформації, яку відображено на екрані комп'ютера, є маніпулювання образом ситуації, що склалася на основі орієнтувально-дослідницької перцептивної діяльності. Це – насамперед діяльність із переконструювання образу відповідно до поставленого завдання дослідження.

Сучасні засоби ІКТ надають можливість розглянути графічний образ об'єкта дослідження в різноманітних ракурсах і структурних відношеннях із множиною елементів екранної події, областях визначення і множині параметрів, що змінюються, завдяки чому в суб'єкта навчання формується константність сприйняття образу досліджуваного об'єкта. Константність сприйняття виявляється, насамперед, у розумінні фізичної сутності досліджуваного фізичного процесу, поданого через його графічне зображення, за практично нескінченного різноманіття можливих варіантів графічного виразу одного й того ж самого об'єкта за допомоги різних моделюючих середовищ. На рис. 1.1 та рис. 1.2 показано екранне відображення робочого поля дослідження властивостей електричного струму.

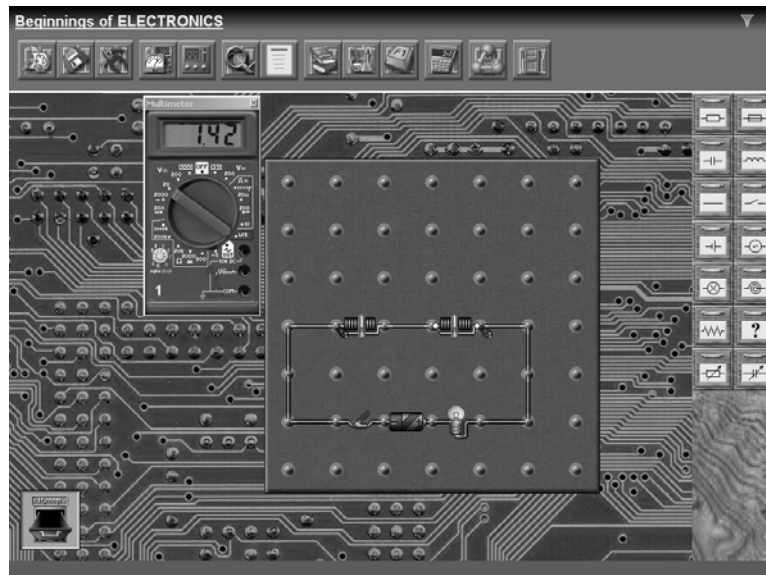


Рис. 1.1. Дослідження властивостей електричного кола постійного струму¹

¹ http://zeus.malishich.com/index_rus.html

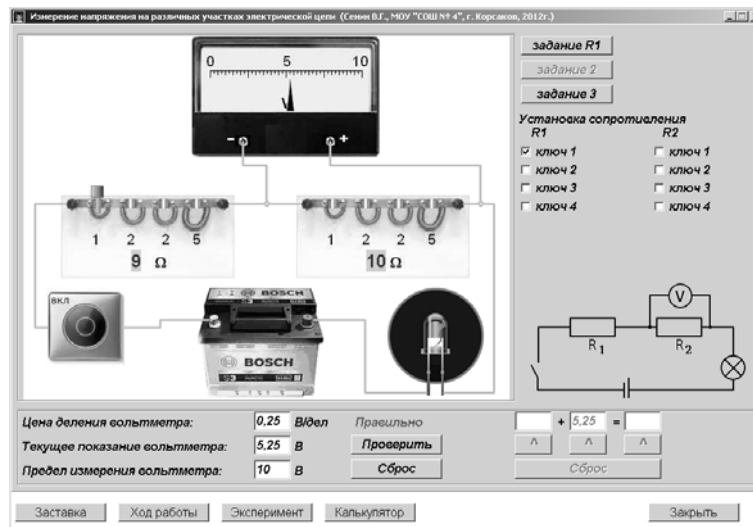


Рис. 1.2. Дослідження властивостей електричного кола постійного струму¹

Множина графічних образів, яка формується у процесі предметної діяльності, у цьому випадку – діяльності з ототожнення образу сприйняття з досліджуваним фізичним явищем, допомагає кращому засвоєнню матеріалу, що вивчається. Послідовні фази зміни графічного образу за використання засобу ІКТ мають обумовлюватися загальною, заздалегідь обраною стратегією процесу розв’язування навчального завдання. Можлива неадекватність застосування графічного образу лише ускладнює пошук розв’язку.

У працях Ж. Піаже показано, що здатність усвідомлення тотожності наявного об’єкта, який сприймається нами в його різноманітних виявах, набувається складно і є результатом тривалого процесу навчання [27]. Повинен існувати певний процес, що забезпечував би збереження відбитків умов, які часто трапляються, та закономірностей, що спостерігаються. Послідовне програмування перцептивної готовності залежить від такого роду інтегративних процесів. Отже, відношення між класами подій зберігається лише в результаті того, що воно змінюється у процесі навчання. Відповідно формуються еталони образу, що сприймається, який, згідно з багатьма сучасними психолого-педагогічними теоріями, і використовується у процесі ідентифікації.

Процес використання ознак включає операцію висновку. Висновок про ідентифікацію на підставі ознаки є найбільш частою та елементар-

¹ http://www.seninv07.narod.ru/s_portfolio_virt3.htm

ною формою пізнавальної (зокрема навчальної) діяльності. Урахування ознак передбачає засвоєння ймовірностей тих чи тих подій у середовищі, що вивчається, а також постійних співвідношень, які пов'язують одні ознаки з іншими та ознаки з формами поведінки, що впливають з них. Підготовлений спостерігач здатний отримати більше інформації з графічного образу, він виявляє такі ознаки та структури, до яких не сприйнятливий не підготовлений спеціально спостерігач. Це управління зоровою активністю підготовлено попереднім формуванням певних еталонних схем, що допомагають сприймати інформацію певного виду, тобто вже засвоєна інформація визначає те, що (та як) буде сприйнято у подальшому. Якщо ці еталони не сформовано (немає знання, що передусє), то немає й перцептивної активності, і спостережуване явище має обмежену і швидкоплинну дію. Психологічні дослідження показали, що залежно від навчального завдання та ситуації, в якій провадиться діяльність, можлива опора на різноманітні форми репрезентації дійсності (образно-просторові, вербальні, семантичні тощо).

Здатність виокремити у графічному образі суттєве, зробити припущення про вид (форму) зміненого в результаті маніпулювання графічного образу, провести порівняльний аналіз змін, їхню залежність від способу маніпулювання залежить в основному від досвіду роботи з графічним образом. Набір характерних ситуацій, що набувається з досвідом, допомагає учневі в цій діяльності так само, як і постійне тренування, наприклад, з алгебраїчними перетвореннями. При цьому слід відзначити, що зоровий образ, який сформувався в результаті роботи з графічним зображенням, зберігається у пам'яті триваліший час, ніж порядок операціональної діяльності з його отримання на екрані комп'ютера.

Словесні описи події надають можливість заповнити лакуни в образному уявленні, тоді як самі образи доповнюють інтуїтивний опис системи. Асоціації, що виникають при цьому, допомагають учневі самостійно визначити способи виходу із ситуації, що склалася.

Відомо, що отримане на екрані комп'ютера зображення (екранна подія, яка спостерігається) має такі властивості.

1. Подія доступна для сприймання, тобто її спостереження може сформувати зоровий образ.
2. Подія має низку ознак, тобто може бути розпізнана, ідентифікована і класифікована.
3. Подія перебуває в контексті ситуації, тобто процес формування зорового образу має визначену мету.
4. Подією можна керувати в оперативному режимі, тобто спостерігач може активно втручатися в екранну подію.
5. Подія може бути оперативно оброблена засобами ІКТ, тобто користувач може отримати додаткову інформацію про процес, який вивчається.

На основі спостереження екранної події та операціональної діяльності з керування нею в учня з'являється можливість зробити певні висновки і прийняти рішення про подальшу діяльність.

Педагогічні спостереження змушують постулювати той факт, що правильність операцій з графічними образами об'єктів дослідження має бути підтверджена аналітичною (теоретичною) діяльністю в тій предметній галузі, яка вивчається. Це стосується як поточного, так і кінцевого підтвердження правильності дій та висновків з дій з графічними образами. Ідеться, отже, про оперування інформацією, представленою в різній формі. Причому обидві ці форми нерозривно пов'язані з необхідністю прийняття рішення, керуванням, у результаті чого вони мають ціннісні якості для суб'єкта діяльності. Змістові й ціннісні аспекти досліджуються в семантичних теоріях інформації, на розвиток яких суттєвий вплив справила ймовірно-статистична теорія інформації К. Шеннона. Математичні теорії інформації виступають як сукупність кількісних (зокрема статистичних) методів дослідження, передання, зберігання, сприйняття, перетворення і використання інформації. У ймовірно-статистичній теорії інформації під інформацією розуміють відомості, повідомлення, які зменшують невизначеність, яка була до їх отримання. Реальні інформаційні процеси виступають у цих теоріях як єдність випадкового і необхідного. У статистичних сукупностях відношення між причиною та наслідком мають багатозначний характер: причина породжує конкретний наслідок лише з певною ймовірністю.

З позицій цієї теорії, що більша відмінність екранної події, яка спостерігається, від очікуваної, то більше інформації для учня містить екранна подія. Це цілком справедливо за ілюстрованого підходу до застосування графічного образу, коли учень спостерігає функціональну залежність у її графічному втіленні після вивчення її в семантичній (знаковій) формі.

На цьому етапі формується еталонний зоровий образ, на основі якого згодом виконується аналіз графічних представлень об'єктів дослідження (екранних подій). Цей етап найважливіший у процесі навчання, тому що формує в учня поняття інваріантності представлень одного процесу в принципово різних просторах: семантичному і фізичному. Відсутність в учня якого-небудь початкового еталона зорового образу уявленої події змушує його засвоїти зовнішні ознаки графічного представлення цієї події, співвіднести їх із зовнішніми ознаками матеріального зразка об'єкта дослідження і в подальшому ототожнювати ці ознаки.

У випадку спостереження екранної події, яку відірвано від її предметного (матеріального) образу, або яка не спирається на теоретичну базу, тобто коли розпізнавання, ототожнення і класифікація не мож-

ліві, інформація, яку учні почерпнули з екранної події, – нульова. На рис. 1.3 показано приклад графічного образу (віртуальний осцилограф), який не знаходить знаннєвої опори в учнів, наприклад, п'ятого класу.

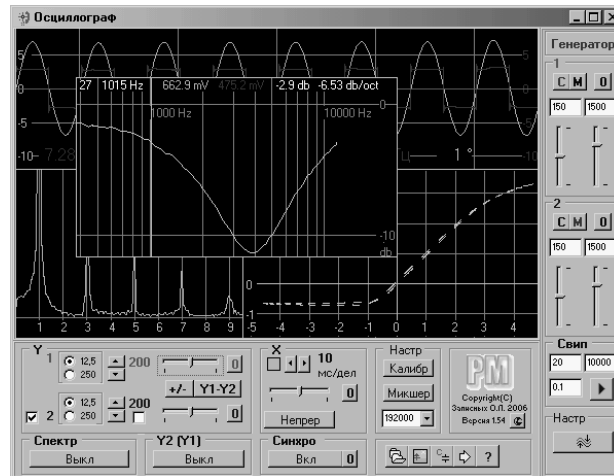


Рис. 1.3. Віртуальний осцилограф¹

Як зазначалося, аналіз учнями процесу графічних представлень складних фізичних процесів відбувається в конвенціонально встановлених рамках. Це означає, що інтерпретація графічно репрезентованої інформації завжди детермінована теоретичними уявленнями про процес, що вивчається, які склалися в учня в результаті попереднього аналізу цього процесу. Тут на перший план виходить сприйняття значення процесу, що вивчається, через його зовнішні ознаки.

Очевидно, що розуміння графічної інформації передбачає насамперед знання та розуміння окремих елементів (наприклад, умовних позначень) чи конструктів певної інформації. І тут не можна формальну сторону відокремлювати від змістовної. Суттєвим також є те, що наскільки наочно представлені у графічних образах об'єкти, які підлягають аналізу, настільки вони доступні сприйняттю учнів. Стан максимальної впорядкованості об'єктів у системі надає певні переваги. Наприклад, у процесі зорового сприйняття малюнку, як тільки було сприйнято найпростіший з варіантів, він виявляється більш стійким, аніж інші. Це висуває певні вимоги до використання засобів ІКТ.

¹ <http://zapisnyh.narod.ru/virt.htm>

На рис. 1.4 наведено графічні відображення, отримані на екрані комп'ютера в процесі дослідження руху тіла засобами моделюючого середовища, розташованого у просторі мережних технологій.

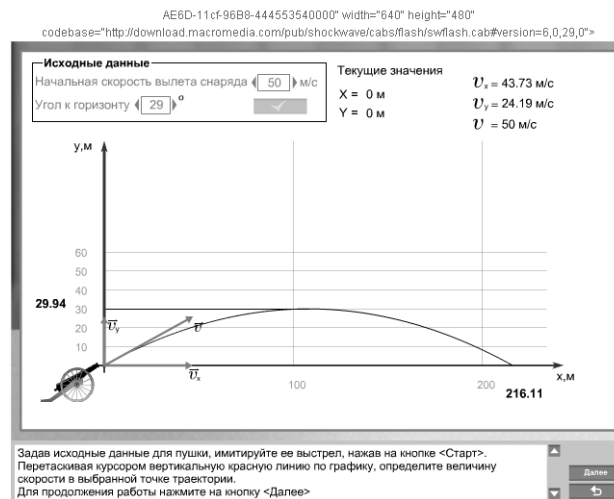


Рис. 1.4. Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту¹

Під доступністю зазвичай розуміють таке евристичне поняття, яке можна визначити як деяку сукупність вимірювань, зіставлень, що їх здійснює спостерігач (найчастіше підсвідомо). Але доступність сприйняття можна також розуміти як позначення легкості чи швидкості, з якою певний зоровий образ кодується у термінах певної категорії за різних рівнів попередньої підготовки, мотивації та контекстності. Є деякий поріг розпізнавання зорового образу, який у процесі роботи з графічним виразом об'єкта дослідження визначається кількістю альтернатив, які стоять перед учнем у процесі інтерпретації ситуації дослідження, яку відображено в екранному полі (екранна подія).

Все це справедливо для випадків, коли учень попередньо підготовлений до того, що всі елементи очікуваного образу зображень рівномірні та взаємно незалежні. У випадку взаємозалежності зображень, очевидно, процес розпізнавання визначається умовою завдання. За ранньої вмотивованості зображення як гіпотези (передбачувана екранна ситуація повинна, на думку учня, мати цілком визначену струк-

¹ http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=article&id=346:2009-08-21-14-04-28&catid=35:12-&Itemid=95

туру) ототожнення відбувається швидше, легше розпізнаються елементи невідповідності отриманої інформації очікуваній. Тут певна установка пошуку формується ситуацією, яку створює сам учень. Висуваючи гіпотезу, учень самостійно формує градації збігу результату, який описується, з еталонним зразком, у більшості випадків сформованим попереднім теоретичним знанням. Так, процес ототожнення з відомим образом події (еталоном) зводиться до перевірки ознак.

«Процес використання ознак включає операцію висновку. Висновки про ідентифікацію на основі ознаки є, ймовірно, найбільш частою та елементарною формою пізнавальної діяльності. Врахування ознак передбачає засвоєння вірогідності тих чи тих подій у навколишньому середовищі, а також постійних співвідношень, що зв'язують одні ознаки з іншими та ознаки з формами поведінки, які ними обумовлені. Використання ознак включає різні етапи: елементарний акт виокремлення предмета чи події з потоку подразників; етап пошуку ознак, відповідних характерним рисам категорій; пробне віднесення явища до певної категорії та подальший додатковий пошук ознак, що його підтверджують; і, нарешті, остаточне віднесення до певної категорії та пошук у різко обмежених межах»¹.

У мережному просторі присутня безліч навчальної інформації, яка подається учню на екрані у готовому вигляді, становить світлий процесів, приладів або прямого тексту. Ми розглядаємо той випадок, коли побудова екранного образу (його структура, статика, динаміка тощо) певним чином відбувається під керуванням учня, тобто можлива інтерактивна діяльність, що, природно, багато в чому змінює механізм розпізнавання.

Правила, які керують створенням зорових образів, активно вивчалися гештальтпсихологами, основним відкриттям яких було те, що зір є процесом сприйняття навколишнього світу, в якому місце і функція кожного окремого елемента детерміновані структурою процесу в цілому. Усі компоненти цієї універсальної структури, яку розподілено у просторі й часі, тісно взаємопов'язані, наприклад, колір об'єкта, що сприймається, залежить від кольорів об'єктів його оточення.

Гештальтпсихологи (німецькі психологи 20-х років ХХ ст. М. Вертгеймер, В. Келер, К. Коффка) досконало вивчали закони візуального сприйняття і на основі експериментальних досліджень висунули низку важливих принципів і законів. Серед них – константність образу, контраст «фігури і тла», закон співвідношення частини і цілого тощо. Розвиваючи ці принципи, гештальтпсихологи намагалися дове-

¹ Брунер Дж. Психология познания / Дж. Брунер. – М. : Прогресс, 1977. – 412 с. – С. 29.

сти, що сприйняття людини має цілісний характер та будується на основі цілісних структур, гештальтів. Сучасні дослідники, з урахуванням досвіду використання засобів ІКТ, підкреслюють, що графічна модель є засобом підтримки інтуїції цілісного «схоплювання» ситуації, не дає змоги мисленню дослідника «загубитися» на рівні подробиць досліджуваних систем. Незвичайність комп'ютерної графіки полягає, на їхню думку, в тому, що багато видів діяльності, які раніше здавалися не пов'язаними з зображеннями, тепер уже можуть розглядатися як такі, що репрезентуються за допомоги засобів машинної візуалізації. Для нового наукового мислення є характерним формування «інтелектуальної образності», «чуттєвого моделювання». Таке мислення відшукує основу в розвиненому інструментарії екранної культури. Якісний стрибок у використанні екранної мови – не просто стрибок у методології, це – перехід до нових психологічних основ наукового пошуку.

Неможливо відкидати також вплив естетичного уявлення на правильність формування зорового образу та процес його запам'ятовування. Якщо інтелектуальне знання має справу з логічними категоріями, то художнє сприйняття, не будучи інтелектуальним процесом, спирається на певні структурні принципи, які Р. Арнхейм називає «візуальними поняттями». На основі цього він приходить до ідеї «візуального мислення», яке розвиває у своїх працях.

Аналіз екранного уявлення, отже, крім аналітичної, змістовної складової несе естетичне, інтуїтивне навантаження. Спостерігач аналізує графічне зображення як предмет мистецтва, як цілісне утворення, оскільки елементи цього зображення є одиницями, через візуальні властивості яких розкривається зміст зображення. Можна говорити, що скоріше розпізнається і краще запам'ятовується графічне зображення, яке найбільше відповідає сформованим раніше естетичним уявленням спостерігача про організацію простору зображення як закінченого цілого. Виявляється ефект «естетичної мотивації».

Але естетичний досвід – це досвід особливого роду. Крім утилітарних цілей використання екранних графічних образів, образ, який формується у людини (внутрішній образ), шукає опору в індивідуальному естетичному досвіді, інтуїтивному пошуку співвідношення частини і цілого у графічному представленні.

Розумова діяльність під час формування зорового образу не обмежується тільки обробленням інформації. Результатом підсумовування інформації людиною є формування якісно нового уявлення про ситуацію, індивідуального чуттєвого образу, який становить певне узагальнення представлень. Операція узагальнення дає змогу проникнути в сутність процесу, що розглядається. Цей перехід від одиничного до загального відкриває можливість класифікації, тобто розподілу об'єктів за класами та об'єднання їх під однією рубрикою.

Класифікація породжує генералізовані поняття, без яких пізнання не може бути успішним. У цьому виявляється взаємозв'язок естетико-інтуїтивного і логіко-дедуктивного процесів, які відбуваються за використання графічних представлень для аналізу функціональних залежностей між параметрами фізичних (у нашому випадку) процесів.

Фізика як наука, що вивчає фундаментальні природні процеси, оперує багатьма генералізованими поняттями. Дефініція більшості з цих понять залежить від рівня наших знань про процеси і явища, які ними позначені. Але є й відносно постійні поняття, опосередковані від конкретних процесів і явищ. З них досить важливе поняття «траєкторія», оскільки з траєкторією пов'язана більшість графічних представлень (рис. 1.5). Генералізоване поняття «траєкторія» формується в результаті інтуїтивного погодження різних властивостей і ознак якоїсь однієї траєкторії або ознак, притаманних різним траєкторіям, з якими людина стикається у своїй практиці. Це інтуїтивне формування поняття, у процесі якого перебудовується і створюється структура часткових випадків, відрізняється від індивідуальної процедури класифікації у традиційній логіці, коли розподіл об'єктів за класами відбувається через повне виключення загальних елементів.

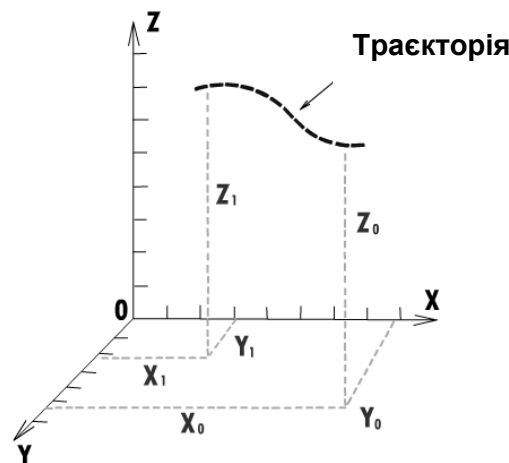


Рис. 1.5. Приклад траєкторії механічного руху¹

¹ http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=article&id=98:2009-08-22-11-58-59&catid=35:12-&Itemid=95

Водночас поняття форми траєкторії має відносний характер. Не можна говорити про її форму взагалі, може йтися про форму траєкторії у певній системі відліку (системі координат). Траєкторією є, наприклад, ізотерма, але в деякому фазовому просторі, де стан системи зображується точкою в цьому просторі, яка теж «рухається» по деякій траєкторії (фазовій траєкторії). Взагалі система може не мати фізичного змісту системи матеріальних точок. Саме це дає змогу учневі правильно інтерпретувати процеси, які спостерігаються, наприклад, у дослідженні додавання взаємоперпендикулярних коливань струму або напруги в електричному колі. Осцилоскоп за безпосереднього вимірювання і комп'ютер за моделюючої дії візуалізують саме фазову траєкторію, яка зображує зміну з часом стану досліджуваної системи.

Як приклад можна навести дослідження фігур Ліссажу, адекватне тлумачення яких учнями пов'язане з певними труднощами. На рис. 1.6 показано дослідження додавання взаємоперпендикулярних коливань у середовищі Lab View.

Важливим питанням застосування в навчанні графічних образів є те, до якого вигляду має бути зведена графічна інформація, щоби

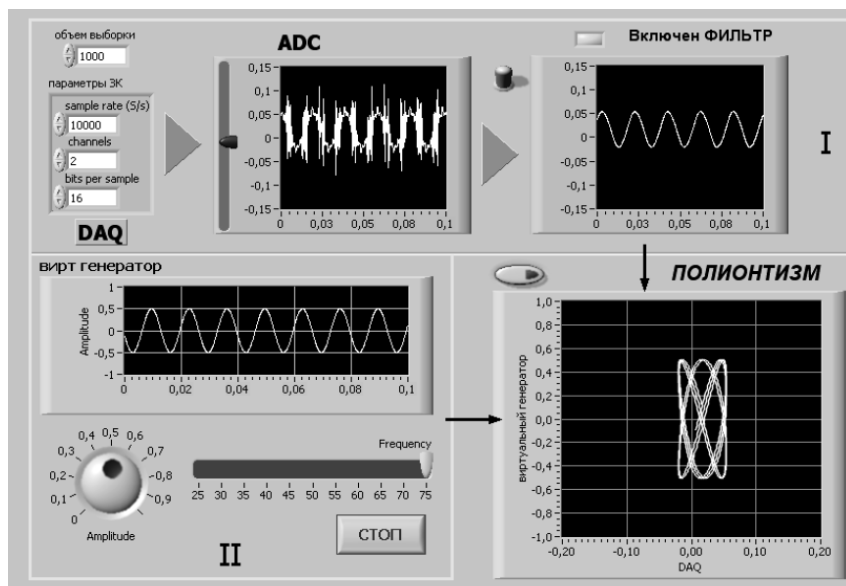


Рис. 1.6. Відображення дослідження фігур Ліссажу в моделюючому середовищі Lab View

спостерігач міг здійснити її несуперечну інтерпретацію. Як відомо, зорове відчуття само по собі не забезпечує предметного відображення. Предметність екранної події, яка формує зоровий образ траєкторії, виявляється в обізнаному визначенні фізичної суті координатних осей та їх масштабу. У більшості випадків здійснення навчального дослідження в моделюючих середовищах ці розумові операції провадяться учнями на основі заздалегідь відомих властивостей досліджуваних параметрів руху. Один і той самий зоровий образ наповнюється фізичним змістом залежно від контексту ситуації, яка визначається, зокрема, системою цілей дослідження.

Під час аналізу графічного уявлення перцепти можуть бути абсолютно тотожними, себто форма, колір, величина тощо можуть цілком збігатися. Водночас їхніми концептами є абсолютно різні за фізичною природою процеси. Тотожність перцептів є візуалізацією тотожності математичного опису певного класу об'єктів пізнання. Цілісність сприйняття зорового образу, сформованого екранною подією, складається на основі узагальнення знань про природу фізичного процесу, який є джерелом сформованого образу.

Образ сприйняття становить певну графічну структуру, відтворену на екрані комп'ютера засобами ІКТ. Формування зорового образу, як у всіх випадках зорової діяльності, проходить через різні стадії перцептивної діяльності. Оскільки сприйняття за природою вибірне, то наведена графічна інформація може бути джерелом перцептивної діяльності різного рівня загальності.

Згідно з визначенням К. Шеннона, інформація – це насамперед вибір альтернатив. Пріоритет вибору визначається людиною залежно від сформованої мети діяльності. У розглядуваному випадку передумовою сформованості мети діяльності з графічним образом є включення його до контексту ситуації. Тоді цей образ природно включається до стратегії пошуку розв'язку (або в цілому, або як фрагмент), тобто стратегії діяльності щодо виходу з проблемної ситуації. Як локальна мета може виступати, наприклад, підтвердження (або не підтвердження) гіпотези у пізнавальному процесі. Тому інформація, яка веде до підтвердження гіпотези, є для учня більш цінною, оскільки зменшує невизначеність, що існувала раніше. Астрофізик К. Саган¹ (США) пише: «Можливо, найважливіша функція комп'ютерної графіки полягає в тому, щоб дозволити людям, які не є вченими, отримати інтуїтивне, але глибоке розуміння того, що таке закони природи

¹ Саган К. Драконы Эдема. Рассуждения об эволюции человеческого разума / К. Саган. – М. : Знание, 1986. – 256 с. – С. 230.

взагалі». На рис. 1.7 показано фрагмент динамічної демонстрації будови атома літію, що згенеровано моделюючою програмною системою та спрямовано на інтуїтивне розуміння наукової інформації.

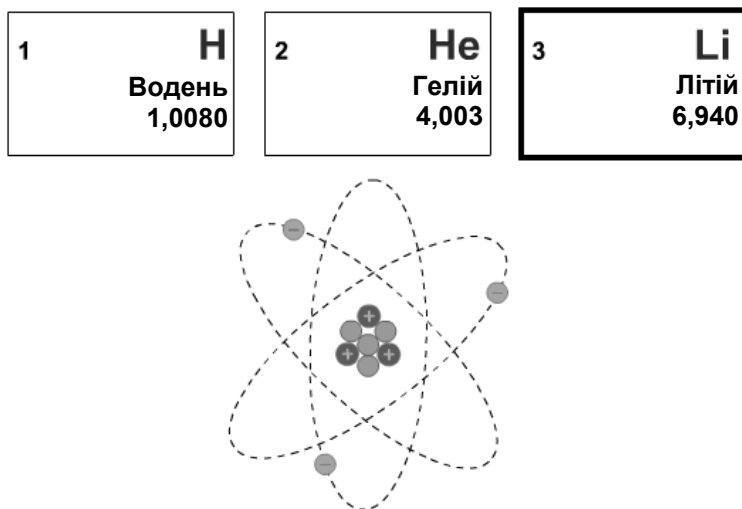


Рис. 1.7. Динамічна модель атома літію¹

Прийняття рішення про подальшу діяльність на основі контролю ситуації, у формуванні якої суб'єкт навчальної діяльності бере безпосередню участь, у випадку оперування об'єктами фізичної (матеріальної) реальності диктується самою фізичною реальністю. У цьому випадку система обмежень поведіння учня залежить від природи фізичного об'єкта, прийнятої методики дослідженні й тих знань про поведінку фізичного об'єкта, які передують дослідженню.

Значно складнішою є справа тоді, коли участь у дослідженні бере спеціалізована техніка, наприклад засоби навчальної діяльності на базі ІКТ. Це зумовлює перерозподіл часток рольової участі між учасниками навчального дослідження, тому що частина діяльності здійснюється засобом ІКТ. Значущість впливу засобів ІКТ на процес і результати дослідження залежить, в основному, від якості названих засобів і цілей їх використання.

¹ http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=article&id=96:2009-08-22-11-57-45&catid=38:16-&Itemid=98

1.3. Сприйняття, аналіз та інтерпретація образу об'єкта вивчення в процесі навчального дослідження в інформаційно-комунікаційному середовищі

У загальному розумінні психологія визначає сприйняття як процеси, які дають зв'язність і єдність сенсорному входу. Це – найбільш загальне значення терміна, що охоплює всю послідовність подій – від подання фізичного стимулу до феноменологічного його переживання. Сюди входять фізичні, фізіологічні, неврологічні, сенсорні, когнітивні та емоційні компоненти [26]. У сучасних філософських дослідженнях фіксуються діалогічний характер і когнітивна спрямованість перцептивних процесів [15]. В. А. Лекторський розглядає сприйняття як особливий вид знання, для якого є характерним специфічне переживання контакту з реальністю [16]. На феноменологічний погляд М. Мерло-Понті досвід сприйняття (перцептивний досвід) представлений як відкритий діалог суб'єкта з об'єктом, у процесі якого виявляються фундаментальні сенсовірні структури і механізми життєвої комунікації між свідомістю людини і світом [21]. Дослідження сприйняття в еволюційній епістемології К. Лоренца дозволило виявити взаємозв'язки генетичної еволюції та когнітивно-еволюційних змін, опосередкованих соціокультурним процесом, перевести акцент зі способу взаємозв'язку між суб'єктом та об'єктом (класичний напрям) на процеси, пов'язані з обробленням когнітивної інформації [17].

У когнітивно-інформаційному підході [20] сприйняття досліджується у зв'язку зі специфікою асиметрії, пов'язаної з функціональною активністю лівої та правої півкуль. На цій підставі вирізняються логіко-вербальний і просторово-подібний тип когнітивного мислення. Ці дослідження дозволяють зробити висновок про те, що оброблення візуальної інформації пов'язано з роботою правої півкулі, яка дозволяє зіставляти цілісні образи (гештальти), контексти і зміст яких не може бути передано тільки вербальними засобами.

У когнітивних науках, основи яких було закладено математикою, теорією інформації та нейрофізіологією, мозок розглядається як процесор, що обробляє інформацію. Сприйняття досліджується як процес оброблення інформації в нейронних мережах мозку [3], як процес розпізнавання візуальних образів у зв'язку з асоціативною пам'яттю за аналогією з процесами, які відбуваються в реальних біологічних об'єктах (модель Д. Хопфілда) [36].

У когнітивній психології підкреслюється активний характер сприйняття, пов'язаний з процесами категоризації та прийняття інтелектуаль-

ного рішення [7]. Психолог Ж. Піаже виходить із принципової непомітності між сприйняттям і розвиненим мисленням, характеризує їх як різні стадії розвитку інтелекту та обґрунтовуючи можливість сприйняття лише на базі існування певного типу інтелектуальних операторних структур [27].

Сучасна когнітивна психологія виходить із того, що процес сприйняття – це процес прийняття інтелектуального рішення, поза яким сприйняття не існує [8; 11; 25]. Це рішення не усвідомлюється і тому суб'єктом сприйняття уявляється як безпосередньо дане. Воно можливе лише на підставі віднесення об'єкта, що сприймається, до того чи того класу предметів, до тієї чи тієї категорії, починаючи з категорій об'єктів і закінчуючи категоріями причинності. Деякі з цих категорій (перцептивних гіпотез) утворюються на основі вроджених організуючих принципів (субстанціональності і континуальності), інші формуються в процесі досвіду. «... сприйняття не віддільне від мислення і має не тільки індивідуальний характер, а й родовий, узагальнений, універсальний. Отже, нижчі та вищі рівні організації психічного – не полярні, а перебувають у безперервній взаємодії. В основі цієї безперервності лежать принципи антиципації, єдності сприйняття, дії, репрезентації»¹.

Розуміння можна трактувати як конструювання інтерпретацій, що стосуються одночасно як елементів, так і ситуації в цілому. Результатом цієї діяльності є репрезентація ситуації та завдання. Цей результат стає основою інформації, виходячи з якої здійснюється її перероблення: конструювання знань, розроблення гіпотез відносно дії, прийняття рішення, тощо. Своєю чергою, конструювання інтерпретацій спрямовується завданням (у нашому випадку – умовою навчальної фізичної задачі). Це приводить до розподілу різних діяльностей розуміння:

- 1) зрозуміти з метою викликання контекстно потрібної інформації з пам'яті суб'єкта, тобто сконструювати систему інформаційних зв'язків для зберігання її в пам'яті (маючи на увазі її реконструкцію);
- 2) зрозуміти з метою модифікації системи знань, яка вже існує у суб'єкта (маючи на увазі її збагачення, переконструювання та модифікацію);
- 3) зрозуміти з метою організації власної подальшої діяльності, тобто сконструювати програму дій для отримання бажаного результату (маючи на увазі продуктивну діяльність у проблемній ситуації).

Продуктом інтерпретації є одночасно інтерпретація всієї ситуації та завдання, а також надання різним елементам значень, які відповідають одночасно їхнім семантичним значенням і цілісній інтерпретації [28].

¹ Сергиенко Е. А. Восприятие и действие: взгляд на проблему с позиций онтогенетических исследований / Психология, журнал Высшей школы экономики, 2004, Т. 1. № 2, с. 16–38.

На думку А. Д. Малахової¹, «всі дослідники, що займаються вивченням процесу розуміння, одногосно вважають, що розуміння є певною підсистемою в структурі мислення, наслідуючи його основні якості та властивості. У процесах розуміння ми маємо справу зі сприйняттям і переробленням інформації, що надійшла до людини певними каналами, в ході якої відбувається взаємодія двох основних природних кодів мислення – образного і вербального».

Експериментально вивчаючи проблему взаємодії образних і вербальних компонентів у процесах розуміння, А. Д. Малахова доходить висновку, що, отримуючи інформацію, людина сприймає її не всю, часто упускаючи найістотніше, а в ряді випадків вона об'єктивно є неповною, але для розуміння дуже важливо, аби те, що сприймається, сприймалося без спотворення одержуваної інформації, її семантичних зв'язків. Ці викривлення можуть виникати під час оброблення інформації в результаті впливу суб'єктивних особистісних чинників. До цих факторів можна віднести установки, суб'єктивні схильності людини, неправильну акцентацію ознак тощо.

З отриманих автором результатів можна зробити висновок, що сам по собі образний або вербальний матеріал, що характеризується відносною повнотою зв'язаного сюжету, може бути зрозумілий людиною, проте всю глибину розуміння закладено у взаємодії образного і вербального матеріалу. Виявлена здатність до узагальнення конкретно-образного або вербального матеріалу на підставі витягу з нього семантичної інформації, яка притаманна ніяк не всім випробовуваним, дозволяє досить глибоко і тонко розуміти, що відбувається в деяких випадках без об'єктивного доповнення інформацією іншого плану або з мінімумом її у вигляді ключових елементів. З іншого боку, у більш складних ситуаціях навіть об'єктивно достатня образна інформація, яка супроводжується розгорнутим словесним текстом, не приводить до розуміння майже в половині випадків, бо основний механізм розуміння – взаємодію образної та вербальної інформації – суб'єктивно не сформульовано [19].

На суб'єктивність можливості помилкового розуміння повідомлення звертає увагу А. В. Брушлинський. «Коли в процесі мислення об'єкт включається в різні системи зв'язків і виступає в них у різних якостях, то суб'єкт не завжди і не відразу повною мірою враховує, що якість об'єкта є специфічною та істотною саме в цій, а не в іншій системі відносин. Таке головне джерело помилок у процесі мислення»².

¹ Малахова А. Д. Взаимодействие образных и вербальных компонентов в процессах понимания / Вопросы психологии № 5, 1981. – С. 63–73.

² Брушлинский А. В. Мышление как процесс и проблема деятельности / Вопросы психологии № 2, 1982. – С. 28–39.

Змістовні та ціннісні аспекти інформації досліджуються в семантичних теоріях інформації, на розвиток яких суттєво вплинула імовірно-статистична теорія інформації К. Шеннона [34]. Математичні теорії інформації виступають як сукупність кількісних (передусім статистичних) методів дослідження, передання, зберігання, сприйняття, перетворення і використання інформації. У статистичній теорії інформації (за К. Шенноном) під інформацією розуміють відомості, повідомлення, які зменшують неозначеність, яка була до їх отримання. Реальні інформаційні процеси виступають у цих теоріях як єдність випадкового і необхідного. У статистичних сукупностях відношення між причиною і наслідком мають багатозначний характер: причина породжує наслідок лише з певною ймовірністю.

У площині цієї теорії чим більша відмінність екранної події, яка спостерігається, від очікуваної, чим більше інформації для учня несе в собі екранна подія. Це повністю справедливо за ілюстрованого підходу до вивчення властивостей досліджуваного об'єкта, коли учень спостерігає його у графічному втіленні після вивчення його в семантичній (знаковій) та фізичній (предметній) формі. На цьому етапі в учня відбувається формування еталонного зорового образу, на основі якого згодом виконується аналіз графічного представлення досліджуваного процесу у вигляді низки екранних подій. На нашу думку, цей етап – найбільш важливий у процесі навчання, тому що формує в учня поняття інваріантності представлень одного й того ж процесу у принципово різних просторах: у семантичному, графічному і фізичному. Відсутність в учня якого-небудь початкового еталону зорового образу досліджуваної події примушує його засвоїти зовнішні ознаки графічного подання цієї події, співвіднести їх із зовнішніми ознаками реальної події, а в подальшому ототожнювати ці ознаки.

За А. В. Антоновим [2] можливості людини в ідентифікації об'єкта досить обмежені. Так, згідно з даними ряду досліджень, у впізнанні різноманітних об'єктів кількість еталонних образів, з якими зв'язується перцептивний образ, не перевищує семи – восьми у випадку наявності однієї розпізнавальної ознаки. Ця величина являє собою довжину оперативного алфавіту і відповідає обсягу оперативної пам'яті. Збільшення кількості різних ознак збільшує інформаційну ємність об'єкта. У випадку спостереження екранної події, відірваної від її семантичного образу, який не має опори на теоретичну базу, тобто коли розпізнавання, ототожнення і класифікація не можливі, інформація, яку учні почерпнули з екранної події, – нульова.

В аналізі екранного образу суб'єктом чуттєво сприймається не сам фізичний процес, а графічне зображення математичного (формального, абстрактного, ідеалізованого) образу, який описує взаємозалежність параметрів цього фізичного процесу. На перший погляд така опосередкованість вивчення фізичних процесів здається складною, може ускладнити

розуміння суті фізичного явища. Але у фізиці, як науці в основі своїй експериментальній, перехід від чуттєвого сприйняття фізичного процесу (наприклад, спостереження за ходом фізичного процесу, за результатами експерименту), графічного та математичного виразу досліджуваних залежностей є процесом загальноприйнятим, найбільш розповсюдженим у практиці наукового дослідження і результативним у гносеологічному плані.

Саме на основі графічного образу результатів експерименту зроблено суспільно значущі відкриття, визначено аналітичні форми функціональної залежності параметрів багатьох фізичних процесів. Більшість фізичних законів, які вивчаються у курсі фізики середньої школи, отримали свій формальний вираз саме як емпіричні формули (наприклад, газові закони, закони постійного струму, закон гравітації, закон Кулона). Як сказав про це А.-М. Ампер¹: «Хоч би які були гіпотези і всілякі припущення, що їх можна зробити для пояснення цих явищ, останні завжди уявляться формулою, яку виведено мною за результатами досліду за допомоги математичних обчислень». Від цього моменту отриманий математичний вираз може використовуватись у формальних міркуваннях, підлягати обробленню адекватними методами математичного аналізу, стає самостійним джерелом знань, які розширюють наше уявлення як про саме фізичне явище, так і про його місце у загальній фізичній картині світу.

Окрім того, давно ввійшло у практику фізичного експерименту вивчення (спостереження і вимірювання) захованих параметрів фізичного процесу (явища) за допомоги таких приладів як, наприклад, осцилограф і осцилоскоп (рис. 1.8). На рис. 1.9 показано приклад відображення результатів навчального дослідження на екрані віртуального осцилографа.

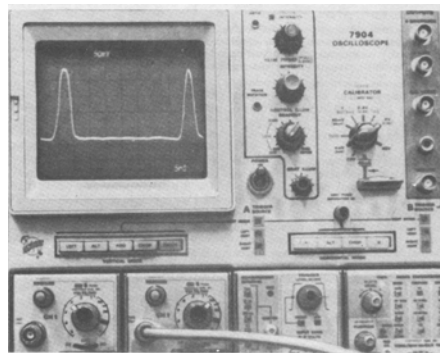


Рис. 1.8. Приклад відображення результатів навчального дослідження на екрані електронного осцилоскопа

¹ Ампер А.-М. Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта / Электродинамика. – М. : АН СССР, 1954. – С. 7–220.

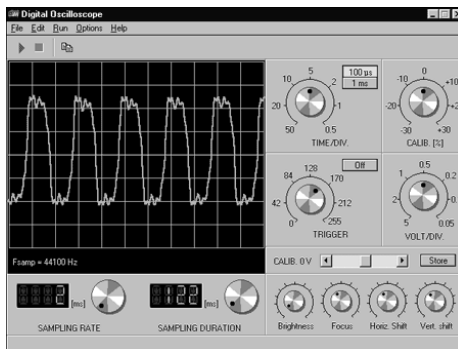


Рис. 1.9. Приклад відображення результатів навчального дослідження на екрані віртуального осцилоскопа

Екранний образ під час використання осцилоскопа утворюється способом специфічних перетворень вимірюваних параметрів усередині приладу. Аналіз екранного образу (трактування, ототожнення, інтерпретація об'єкта спостереження) залежить від розуміння суб'єктом спостереження методики експерименту. У цьому випадку екранний образ визначається самим фізичним процесом, не залежить від способу оброблення приладом параметрів процесу, який вивчається. Зокрема, осцилограф, спектрограф, характеріограф дають у вивченні одного й того ж коливального процесу різний екранний образ.

На рис. 1.10 показано відображення на екрані електронного осцилоскопа (ЕО) плоскої діаграми коливаний електричного струму, що зменшується в часі. На рис. 1.11 і рис. 1.12 показано графічні образи спадних коливаний, побудованих різними програмними системами за однаковою математичною моделлю (*Gran, Barsik*).

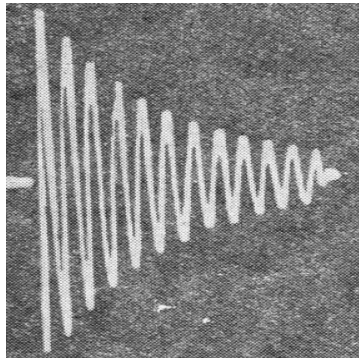


Рис. 1.10. Відображення на екрані осцилографа процесу згасання гармонічних коливаний

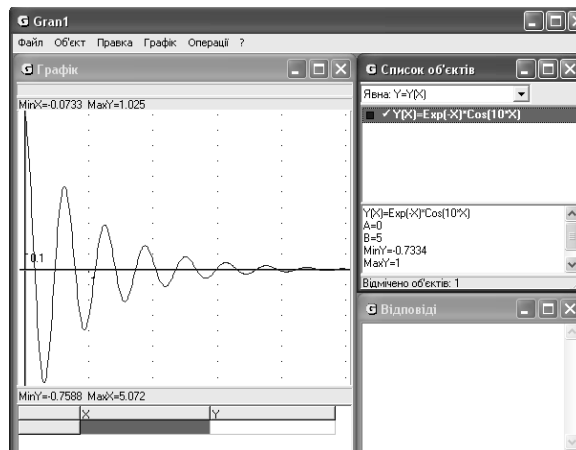


Рис. 1.11. Графічне відображення математичної моделі згасання гармонічних коливань, створеної за допомоги ППЗ Gran

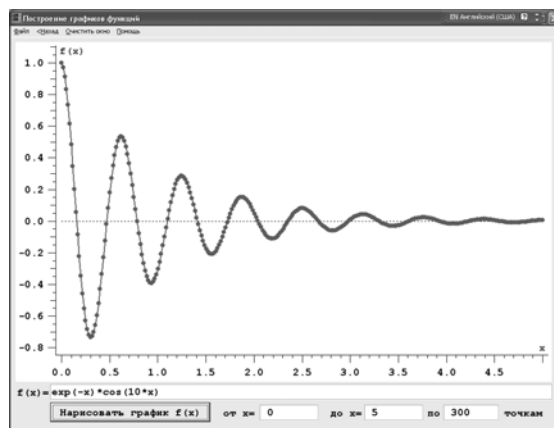


Рис. 1.12. Графічне відображення математичної моделі згасання гармонічних коливань, створеної за допомоги програмної системи Barsik

На рис. 1.13 (а) показано фазову діаграму коливань, наведених на рис. 1.10, яка відображається на екрані характеріографа (характеріограма), на рис. 1.13 (б) – відображення того самого процесу на екрані спектрографа (спектрограма).

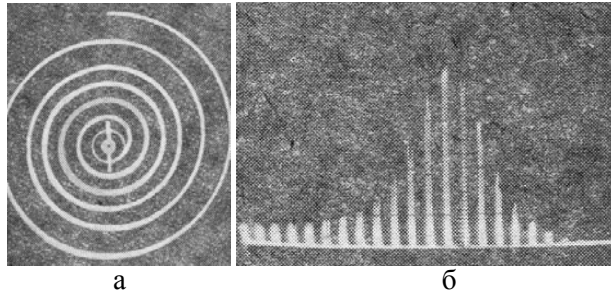


Рис. 1.13. Відображення на екрані характеріографа (а) та спектрографа (б) процесу згасання гармонічних коливань

На рис. 1.14 і рис. 1.15 показано аналогічні графічні відображення, побудовані різними ППЗ.

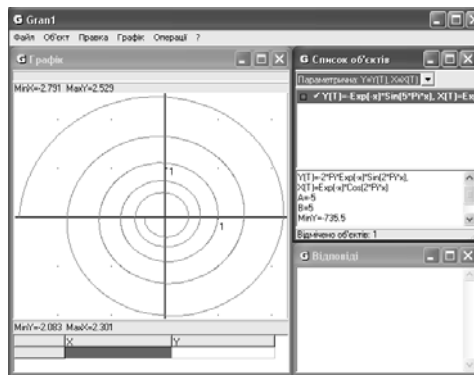


Рис. 1.14. Графічне відображення математичної моделі фазової діаграми коливань, створеної за допомогою ППЗ Gran

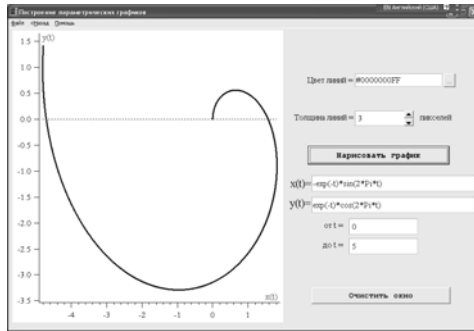


Рис. 1.15. Графічне відображення математичної моделі фазової діаграми коливань, створеної за допомогою ППЗ Barsik

Зміна параметрів електричного кола, яке досліджується (зміна добротності системи), приводить до автоматичної зміни відображення процесу на екрані осцилографа (рис. 1.16, а) і характеріографа (рис. 1.16, б). Для отримання аналогічного графічного виразу за допомогою ППЗ МП необхідно змінити математичну модель, на підставі якої програма будує графік процесу (рис. 1.17).

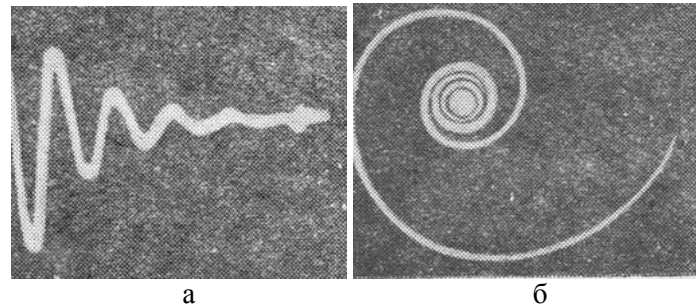


Рис. 1.16. Відображення на екрані характеріографа (а) та спектрографа (б) процесу згасання гармонічних коливань після зміни параметрів процесу

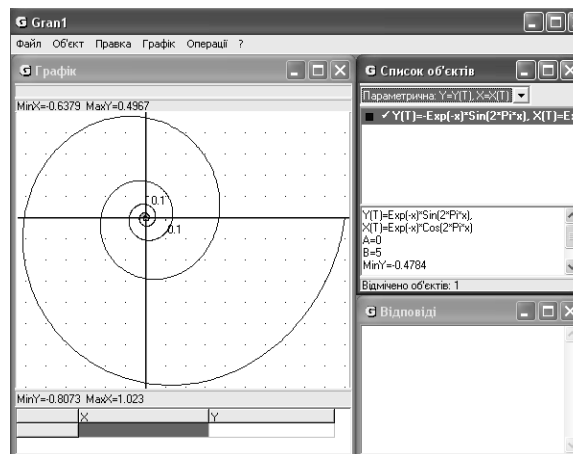


Рис. 1.17. Графічне відображення математичної моделі фазової діаграми коливань, створеної за допомогою ППЗ Gran після зміни параметрів моделі

Наведені приклади взято нами з монографії «Експеримент на екрані комп'ютера» [12], в якій питання щодо розпізнавання суб'єктом навчання подій, що розгортаються на екрані комп'ютера, викладено більш докладно. Але, враховуючи дуже обмежений наклад монографії, ми визначили за доцільне ще раз звернутися до цієї проблеми, враховуючи її важливість.

У випадку використання засобів ІКТ для навчального дослідження екранний образ визначається заданим математичним виразом і залежить від способу його математичного оброблення, яку закладено у комп'ютер програмою. Суттєва відмінність методів експериментального вивчення фізичних процесів, наприклад, за допомогою осцилографа, від модельного полягає в тому, що осцилографування належить до прямих експериментальних методів (зокрема випадки, коли комп'ютер працює в режимі електронного осцилографа), а використання моделюючих властивостей програмних систем ІКТ – до методів математичного моделювання. Це не взаємовиключні, а взаємодоповняльні методи як у методичному так і в методологічному плані. Можливість розгляду одного й того ж фізичного процесу різними методами (способами, засобами) розширюють уявлення учнів про методи дослідження природних явищ.

Екранний образ, який створюється за використання моделювальних програмних систем ІКТ (МПС), завжди вторинний у тому розумінні, що математична модель фізичного явища, на основі якої будується екранний образ, повинна бути заздалегідь відомою тому, хто конструює відповідну програмну систему. Завчасна визначеність математичної моделі визначає дедуктивний підхід у методиці використання МПС. Це не можливо вважати вадою використання МПС у навчальному процесі, тому що метод математичного моделювання є одним із широко застосовуваних у науці методів дослідження фізичної реальності та має свої переваги, знаходить своє місце у навчальному процесі. На рис. 1.18 показано узагальнену модель структури дослідження системи, яку презентовано імітаційною моделлю в мережному середовищі.

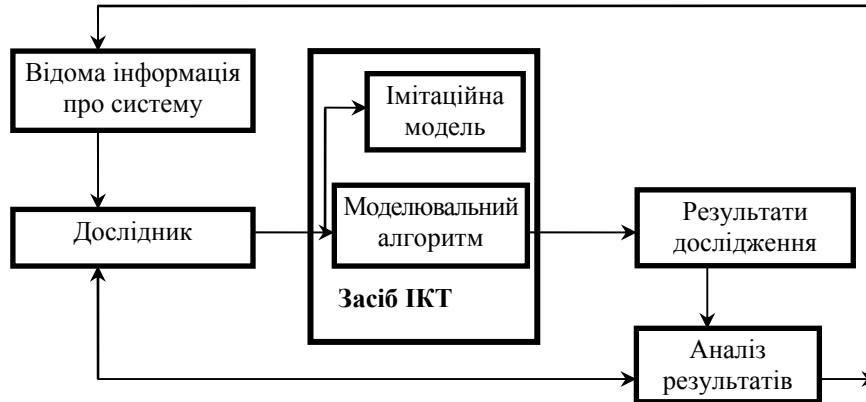


Рис. 1.18. Структура дослідження системи, презентованої імітаційною моделлю

Якщо осцилографування, наприклад, газових процесів уявляється можливим, але досить складним в умовах шкільного кабінету-лабораторії, то уявлення цього процесу у вигляді екранного образу є цілком доступним учню, який використовує такі засоби інформаційних технологій, що побудовані як МПС. Отже, використання МПС значно розширює сферу досліджуваних фізичних явищ безпосередньо на уроці без залучення громіздкого експериментального обладнання.

На рис. 1.19 показано екранний образ фрагменту вивчення ідеальної теплової машини Карно засобами моделюючої програмної системи в мережному просторі.

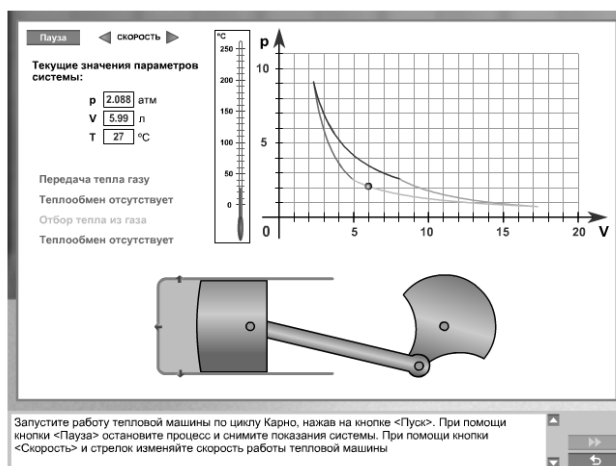


Рис. 1.19. Екранний образ фрагмента вивчення ідеальної теплової машини Карно

Зміна екранного образу в осцилографуванні залежить від зміни реальних параметрів явища, що вивчається. Зміна екранного образу у використанні МПС залежить від зміни параметрів математичної моделі. Можливість дослідження зміни характеру перебігу фізичного процесу залежно від зміни параметрів математичної моделі дають можливість більш детально вивчити фізичний процес (у межах, заданих можливостями програмної системи).

Наведені приклади показують, що знаково-символічна діяльність учнів визначається можливостями візуальних засобів на базі інформаційних технологій. Варіабельність можливостей МПС і насамперед можливість активного включення користувача у відеоряд, тобто вплив користувача на розвиток сценарію дії, яка розгортається на

екрані комп'ютера, величезні можливості обчислювальних засобів, які дають засоби ІКТ, – все це якісно відрізняє їх від технічних засобів навчання, які традиційно використовуються для навчальних досліджень.

Як відомо, сучасні вимірювальні пристрої, побудовані на базі мікропроцесорної техніки, надають можливість провести математичне оброблення результатів експерименту безпосередньо в ході експерименту. Використання засобу ІКТ в цьому випадку являє собою опосередковану, рознесену у часі діяльність: формальний вираз фізичної теорії у вигляді математичної функції, отриманої як теоретичне узагальнення результатів експериментальної діяльності, проведеної за рамками навчального процесу, зазнає математичного оброблення безпосередньо в навчальному процесі. При цьому учень стає співучасником дослідницької діяльності не на етапі натурного експерименту, а на етапі оброблення результатів експерименту. Саме для етапу оброблення результатів експерименту є характерною необхідність аналізу результатів, їх усвідомлення.

Використовуючи МПС у мережному просторі, учень більш глибоко входить у ситуацію дослідження, стає активним учасником події дослідження на всіх його етапах: знаходження фрагмента мережного простору, в якому розташовано потрібну для визначеного дослідження МПС, управління подіями протягом навчального дослідження, аналіз та інтерпретація результатів власної діяльності на всіх етапах навчального дослідження, які, по суті, є етапами розуміння.

Використання моделювальних програмних систем дають можливість учню в широких межах модифікувати експеримент (через оперування екранними образами), визначати чисельні значення параметрів досліджуваного об'єкта (явища, процесу) і, відповідно, спрощеної форми досліджуваного фізичного явища, що допомагає глибше та більш всебічно усвідомити фізичний процес.

Експериментальні дослідження підтверджують той факт, що зорові механізми беруть участь у породженні нових образів, завдяки яким стає можливим творчий розв'язок проблемної ситуації. При цьому відмічалось, що образне (візуальне) мислення може визначати цілісність розвитку особистості. Створення мисленого образу може відбуватися як з опорою на наочність, так і без неї. Одним із механізмів прояву образного мислення є уява, яка на всіх рівнях своєї реалізації (сприйняття, представлення, уява) продуктивна. Ефективність спрацювання цього механізму залежить не тільки від особливостей особистості, зокрема стильових особливостей пізнавальної діяльності, а й від форми, в якій презентована інформація.

З вивченням шкільного курсу фізики в учня поступово формується тотожність предметного, аналітичного і графічного сприйняття способів пізнання дійсності. Для нього стає зрозумілим, що графічне відображення фізичного процесу – це не якийсь знімок події, а еквіва-

лент події. Аналіз сучасних МПС показує, що більшість із них формують екранну подію таким чином, що розпізнавання суб'єктом навчання графічного образу полегшується майже фотографічною тотожністю відображених на екрані предметів їх предметним аналогам, себто тим фізичним об'єктам, на основі яких побудовано графічні образи. Саме така організація екранної інформації є характеристикою педагогічної спрямованості дидактично орієнтованих МПС, які розміщені в мережному просторі та доступні для використання суб'єктом навчальної дослідницької діяльності.

Педагогічні спостереження свідчать про те, що конвергенція предметно-просторового і графічного уявлень відносно досліджуваного фізичного процесу допомагає учню працювати з графічними уявленнями у курсі шкільної фізики. Окрім того, правильно сформоване розуміння рівнозначності предметного та образного способів вивчення закономірностей предметного світу повинно допомагати учням у діяльності з графічними образами фізичних предметів у процесі навчального дослідження. Але діяльність у полі звичних предметних дій та аналітичних перетворень, засвоєння яких займає значну частину навчального часу в курсі фізики, суттєво відрізняється від діяльності під час оперування з графічними образами об'єктів дослідження, тим паче, що з використанням МПС ці перетворення проходять хоча й під керуванням учня, але без його участі.

У нас немає чіткого знання відносно того, чи здійснюється у процесі сприйняття зорового образу екранної події цей етап ототожнення (предмет – графічний образ предмета – предмет), чи графічні образи предметів ототожнюються безпосередньо порівнянням з еталонними образами, що сформовані в учня під час вивчення предметно-просторових властивостей об'єктів. У доступній для вивчення літературі ми не зустріли опису спеціально поставлених для роз'яснення цього питання експериментів. Але, на нашу думку, результативність використання МПС у процесі навчальних досліджень у просторі мережних технологій залежить, насамперед від правильного розуміння учнем сутності використання графічних образів реальних предметів, їхніх властивостей, що їх він має дослідити, та «перенести» отримані знання з віртуальної реальності в реальність фізичну.

Усі розроблені нами стратегії застосування МПС у виконанні навчального дослідження в просторі мережних технологій обов'язково включають етап ототожнення зорового образу екранної події з реальним об'єктом (засвоєним уявленням про предмет як еталон його графічного подання) та аналітичним описом екранної події. Як показує практика, це допомагає вирішити принципову проблему ототожнення зорового образу (подання фізичного процесу як низки графічних образів на екрані комп'ютера) з досліджуваним фізичним процесом.

1.4. Комп'ютерні симуляції навчального експерименту в курсі фізики середньої школи

Проблема підготовки і проведення навчального експерименту в галузі природничих дисциплін була та буде завжди актуальною, оскільки відбуваються неперервна зміна та оновлення як технічного забезпечення науки і інформаційних джерел, що її висвітлюють, так і пов'язана з нею необхідність періодичного коригування змісту освіти та методики використання новітніх технологічних засобів та інформаційних джерел. Широке застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітній практиці викликає потребу в наповненні нового інформаційного середовища конкретним навчальним матеріалом. Віртуальне середовище відтворює практично весь спектр традиційних джерел інформації завдяки його унікальним властивостям. Так, засоби ІКТ дозволяють створювати і відтворювати для користувачів інформацію різних модальностей (тексти, зображення, відео та аудіо).

У результаті дедалі більшої інформатизації системи освіти перед педагогами відкриваються широкі можливості у створенні й використанні у навчанні комп'ютерних моделей – відносно нового класу навчальних об'єктів. Такі моделі мають високий дидактичний потенціал зокрема у проведенні шкільного навчального експерименту. Отже, виникає проблема розроблення методики залучення та використання віртуальних моделей у вивченні природничих наук. Як зазначають педагоги, ця проблема пов'язана з вирішенням двох завдань: цілеспрямованим формуванням в учнів умінь самостійно створювати такі моделі у віртуальному середовищі, а також із навчанням їх ефективно працювати з готовими комп'ютерними моделями явищ, процесів для проведення віртуального експерименту.

Зараз у багатьох країнах світу педагогами активно розробляються засоби для навчального моделювання. Так, найбільш популярними середовищами для моделювання фізичних явищ у Росії є «Жива фізика» (<http://www.int-edu.ru>) та «Віртуальна фізика» (<http://www.stratum.ac.ru>). Для моделювання та досліджень процесів, що відбуваються в електричних колах, існує низка спеціалізованих пакетів *MicroCap*, *Electronics Workbench*, *DesignLab*, *Multisim*, які можуть бути пристосовані для використання у школах. У зазначених середовищах учні мають змогу самостійно створювати моделі. Проте ці програмні продукти не є безкоштовними і широкодоступними.

Українські вчителі рідко використовують комп'ютерне моделювання для проведення експерименту, хоча існує потреба в таких засобах за браком обладнання в школах. Відбувається це з декількох причин. Зокрема, більшість електронних ресурсів із симуляціями і мо-

делюванням навчального призначення розроблені для вищої школи і не мають рівневої структури (для учнів різного віку і рівня підготовки) або доступні тільки у платній оф-лайнній версії. Наприклад, російський електронний навчальний посібник Stratum 2000 «Віртуальна фізика» виконаний і розповсюджується у вигляді компакт-дису¹.

Більшість сайтів, які пропонують перегляд симуляцій навчального експерименту в Інтернеті, пропонується іноземними мовами, наприклад, британські програмні продукти симуляцій з математики, фізики, хімії, природничих наук для демонстрації Yenka (<http://www.yenka.com/>) корпорації Crocodile Clips (<http://www.crocodile-clips.com/>), пропонують 15-денне вільне використання в навчальних закладах з оплатою подальшого використання у школах. Ці моделювання доступні англійською, датською, голландською, корейською, угорською, французькою, португальською, турецькою мовами. Частина віртуальних лабораторій Yenka перекладена російською мовою (<http://www.yenka.com/ru/Products/>) і розповсюджується в Росії Інститутом нових технологій (<http://www.int-edu.ru>) на платній основі. Подібні ресурси є практично недоступними широкому загалу українських викладачів фізики не тільки через фінансові проблеми, а й тому, що їх практично немає українською мовою. Проте існують он-лайнні безкоштовні ресурси, для яких ці проблеми може бути вирішено.

Більш популярними серед учителів є готові віртуальні моделі з високим рівнем інтерактивності, розроблені педагогами. Ці моделі можуть мати різний рівень інтерактивності, себто залучення та участі самих користувачів у перебігу віртуального експерименту, від суто демонстраційних моделей, що їх можна тільки спостерігати на екрані комп'ютера, до моделей з високим рівнем інтерактивності, в яких учасники можуть змінювати більшість параметрів, мати більший вплив на явища і процеси. Такі віртуальні моделі можуть бути записані на носії (компакт-диски, флеш-пам'ять), а також вони можуть бути доступними в мережі Інтернет і найчастіше не потребують завантаження спеціальних програм на комп'ютери користувачів для проведення віртуального експерименту.

Ми розглядаємо використання віртуальних моделей у вивченні природничих наук, зокрема фізики, а саме: використання вже розробленого і створеного педагогами-вченими безкоштовного віртуального он-лайнного середовища для використання моделей та симуляцій, що його на початку було створено для вивчення фізики, а згодом і інших предметів природничо-математичного циклу: хімії, біології, математики, астрономії.

¹ Сайт Пермської лабораторії комп'ютерного моделювання, Регіонального центру інформатизації та Центру нових інформаційних технологій. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.tratum.ac.ru/>

Поряд зі звичними у традиційній педагогіці термінами «модель», «моделювання» такі засоби навчання дедалі частіше в сучасній педагогічній літературі називають симуляціями¹.

Симуляцію проводять із різною метою – тренування та навчання персоналу, тестування технології в граничних умовах, тестування безпеки, розваги (відеоігри, симуляція невагомості). Також симуляції використовуються науковцями для здійснення експериментів, які неможливі в реальності [35]. Симуляцію використовують, щоб продемонструвати можливі ефекти певних дій. Зазвичай симуляцію проводять, коли експерименти над реальною системою не можливі, через її недосяжність, небезпеку або високу вартість таких експериментів. Симуляція – це процес розроблення моделі реальної чи уявної системи та проведення експериментів із моделлю². Мета імітаційних експериментів – зрозуміти поведінку системи та оцінити стратегії для функціонування системи. Припущення про цю систему та математичні алгоритми і відносини є похідними, щоб описати ці припущення – це є моделлю, яка може показати, як працює система. Якщо система проста, модель може бути представлена і вирішена аналітично.

До переваг навчального он-лайнного моделювання явищ і процесів відносять такі.

- Матеріали, розміщені в Інтернеті, постійно оновлюються і вдосконалюються.
- Сайти є доступними широкому колу вчителів та учнів, а також їхнім батькам.
- Більшість таких інтернет-засобів є безкоштовними і тому доступними різним користувачам.
- Такі матеріали можуть бути використані як для аудиторних занять під час демонстрації явищ і процесів на лекціях, так і у виконанні лабораторних і практичних робіт.
- Матеріали можуть бути використані учнями вдома для повторення та для виконання домашніх завдань.
- Віртуальні он-лайнкові симуляції є ефективними для наочного представлення процесів і явищ, які або неможливо відтворити в умовах шкільного навчального експерименту, або є шкідливими для проведення їх у класі.

¹ *симуляція* – це імітація певної реальної речі, ситуації чи процесу. Процес симуляції зазвичай включає відтворення деяких ключових властивостей чи поведінки обраної фізичної чи абстрактної системи (за матеріалами «Симуляції». [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://uk.wikipedia.org/wiki/>

² *Roger D. Smith*, Simulation Article. Encyclopedia of Computer Science, 4th Edition, July 200. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.modelbuilders.com/encyclopedia/encyclopedia.html>

- Матеріали віртуальних демонстрацій можуть бути використані як для індивідуальної роботи учнів, так і для виконання групових завдань, що можуть бути здійснені учнями, які не перебувають в одному класі.

Однією з суттєвих переваг он-лайнних ресурсів для виконання експериментальних практичних робіт за сучасного розвитку педагогічних технологій є також можливість створення та активного функціонування мережових педагогічних спільнот, у яких учителі разом зі своїми вихованцями мають змогу вільно і постійно обговорювати і вдосконалювати як самі віртуальні моделі, так і методику проведення занять з учнями.

На користь використання моделей і симуляцій у вивченні природничих наук свідчить не тільки високий ступінь їх наочності, а й те, що учні самі в таких високоінтерактивних моделях мають змогу діяти, впливати на хід експерименту, змінювати умови і його проведення, що викликає в них зацікавленість і схильність до експериментування, проведення реальних дослідів, проведення самостійних досліджень. Ігрові елементи у віртуальних симуляціях, що їх відмічають учні під час використання моделювання явищ і процесів, сприяють формуванню високої пізнавальної мотивації до вивчення природничих наук.

У діючих навчальних програмах із фізики зазначено, що під час проведення дослідницького фізичного експерименту учні мають виявляти високий рівень пізнавальної самостійності, а отже, вони повинні володіти відповідними знаннями і мати певну практичну підготовленість, яка дозволяє їм інтерпретувати одержані результати і робити необхідні висновки. Тому їх виконання потребує від учителя особливого вміння керувати пізнавальною діяльністю учнів, адже самостійне здобуття ними нового знання не повинно піти хибним шляхом, а тому має відбуватися під контролем з боку вчителя [24]. Залежно від змісту діяльності учнів навчальний фізичний експеримент може бути:

а) репродуктивний, коли відповідні експериментальні завдання формують уміння, не вимагаючи самостійного здобуття нового фізичного знання, а лише підтверджують уже відомі факти та істини або ілюструють теоретично встановлені твердження;

б) частково-пошуковий, коли під час їх виконання з'ясовується новий елемент знання як результат напівсамостійної пошукової діяльності учнів;

в) дослідницький, коли в результаті самостійного виконання експерименту учні роблять висновки та узагальнення, що мають статус суб'єктивно нового для них знання [24].

Наведені в підручниках з фізики інструкції для лабораторних робіт відповідають, в основному, тільки репродуктивному фізичному

експерименту, в якому учням пропонуються докладна покрокова інструкція, всі формули і закони, за якими потрібно виконувати експеримент. Це, на нашу думку, певною мірою суперечить деяким наведеним у навчальних програмах вимогам формування в учнів узагальненого експериментального вміння, яке формується всією системою навчального фізичного експерименту і має складну структуру, що містить:

а) *уміння планувати експеримент*, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план дослідження і визначати найкращі умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби;

б) *уміння підготувати експеримент*, тобто обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розмішувати приладдя, домагаючись безпечного проведення дослідження;

в) *уміння спостерігати*, визначати мету і об'єкт спостереження, встановлювати характерні риси плину фізичних явищ і процесів, вирізняти їхні суттєві ознаки;

г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами і мірами, тобто визначати ціну поділки шкали приладу, її нижню та верхню межі, знімати покази приладу;

д) *уміння обробляти результати експерименту*, знаходити значення величин, похибки вимірювань (у старшій школі), креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

е) *уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища і процеси, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведені дослідження виходячи з поставленої мети [24].

Проведення навчального дослідження з використанням комп'ютерного моделювання дозволяє учню самостійно виробляти стратегії пошукової діяльності. При цьому він позбавлений випадків, пов'язаних із можливістю небезпеки або зіпсування обладнання. Саме право на помилку, яку надає віртуальність екранної події, збільшує простір поведінки учня, дозволяє формулювати власні локальні цілі діяльності, перевіряти результати експерименту без необхідності перебудови конструкції лабораторного обладнання, висувати гіпотези, які можуть перебувати поза межами можливостей їх проведення у предметному просторі лабораторії. Все це, на наш погляд, пояснює той факт, що використання віртуального комп'ютерного моделювання фізичних процесів і явищ стає чимраз більш популярним серед учителів природничих

наук. Таке моделювання для навчального експерименту має ряд дидактичних переваг і потребує вдосконалення методики використання в сучасній школі. Для того, щоб комп'ютерне моделювання було успішним у педагогічному плані, потрібне дотримання низки як психолого-педагогічних, так і апаратно-програмних умов.

Як показує світова практика, більшість таких умов витримано на сайті Phet. Педагоги всього світу співпрацюють на веб-сайті Phet (<http://phet.colorado.edu/>), що пропонує науково обґрунтовані та ефективні комп'ютерні симуляції для вивчення предметів природничого циклу на різних мовах світу, а також елементи методики їх використання в середній школі.

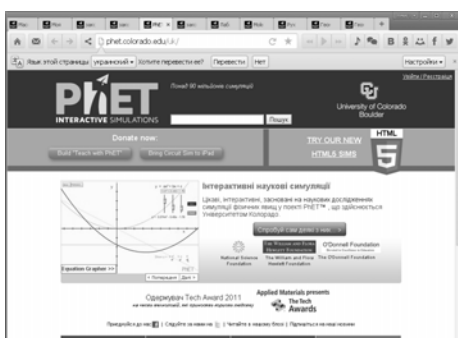


Рис. 1.20. Головна сторінка сайту Phet¹

Інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» Phet (Physics Education Technology <http://phet.colorado.edu/>) використовується для віртуального моделювання у вивченні природничих наук, зокрема фізики. На сайті міститься понад 200 моделювань різного рівня з фізики, хімії, біології, математики та інших природничих наук. Характерною особливістю сайту є активно працююча міжнародна мережева спільнота науковців і вчителів-практиків, яка разом розробляє, впроваджує та оцінює різноманітні моделювання. На сайті розміщено загальні методичні настанови та методичні рекомендації щодо використання кожної моделі. Сайт перекладено 68 мовами світу. Всі Phet-моделювання перебувають у вільному доступі на веб-сайті Phet і прості у використанні. Вони можуть бути завантажені й використані за допомоги стандартного веб-браузера. Сайт перекладено 75 мовами світу. Наприклад, китайською перекладено 119 моделювань, російською – 54, українською – 50. До перекладу залучаються педагоги-волонтери з усього світу. Сайт є безкоштовним для використання і найпопулярнішим

¹ <http://phet.colorado.edu/uk/>

серед подібних сайтів, про що свідчить понад 170 тис. гіперпосилань на нього з інших сайтів і наукових статей щодо вивчення природничих дисциплін, понад 110 млн завантажень із сайту на серпень 2013 р.

Щоб допомогти учням уявити і зрозуміти фізичні концепції, сайт Phet із моделювання оживляє за допомоги мультиплікації та графіки те, що невидиме для очей, і надає змогу інтуїтивно управляти процесами, використовуючи такі дії, як натиснути і перетягнути, а також за допомоги різноманітних повзунків і перемикачів. Із метою подальшого стимулювання кількісних досліджень, що можуть бути пророблені учнями, моделювання також пропонує вимірвальні прилади, наприклад, лінійки, годинники, вольтметри, амперметри, термометри. Користувач, маніпулюючи цими інтерактивними інструментами, може одразу отримувати вимірювані величини таким чином, що вони ефективно ілюструють причинно-наслідкові зв'язки. Це також дозволяє спостерігати за декількома пов'язаними об'єктами і параметрами (відображається рух об'єктів, графіки процесів, числові значення показників тощо). Моделювання мають унікальні особливості, які не доступні більшості засобів навчання (інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок), вони дозволяють продуктивно досліджувати явища і процеси, недоступні для безпосереднього експериментування.

Спільнота науковців і практиків сайту Phet досліджує принципи проектування моделювання на основі педагогічних досліджень того, як відбувається процес навчання учнів. На сайті наведено близько 50 наукових праць (<http://phet.colorado.edu/uk/research>), пов'язаних з дослідженням ефективності використання моделювання у вивченні природничих наук. Ведуться дослідження того, як учні різних навчальних стилів використовують моделювання, педагоги створюють спеціальні методичні розробки щодо ведення обговорень у використанні моделей для кожної тематичної моделі. Повний опис таких досліджень можна прочитати у працях педагогів учених і практиків, що розміщені на сайті за посиланням http://phet.colorado.edu/uk/research#pub_1.

Спільнота вчителів і вчених визначила дослідницькі стратегії, які заохочують в учнів більш глибоке розуміння теми за допомоги використання інтерактивних моделювань. Серед методичних рекомендацій щодо використання моделювань сайту пропонуються такі.

1. Визначення конкретних навчальних цілей. Навчальні цілі повинні бути чіткими і вимірюваними. Більшість моделей є комплексними та складними, тож учні можуть бути перевантажені: важливо узгодити завдання, що надаються учням, з навчальними цілями до конкретного уроку.

2. Спонування учнів до пошуку причинно-наслідкових зв'язків і значущих висновків. Діяльність учнів повинна бути спрямована на заохочення учнів до роботи з метою навчання, а не з метою

простого виконання завдань. Мають бути застосовані рефлексивні запитання типу: Що учні можуть більше дізнатися про фізику? Які зв'язки вони знаходять? У чому головний сенс вправи? Як учні пояснюють, що вони виявили?

3. Залучення попередніх знань, досвіду та розуміння учнів до здобуття і побудови нових. Ставте запитання, щоб виявити їхні ідеї. Керуйте використанням учнями моделей для перевірки ними своїх ідей і підтвердження чи виявлення та спростування помилок у їхніх ідеях.

4. Поєднання знання учнів з реаліями навколишнього життя, заохочення до виявлення сенсу навчання. Учні навчаються краще, якщо вони бачать, що знання має стосунок до їхнього повсякденного життя. Моделі використовують образи з повсякденного життя, але урок має допомогти їм явно пов'язати ці моделі з їхніми власними життям і досвідом. Коли вчитель пише запитання і підбирає приклади, він має враховувати інтереси учнів, їхні вік, стать і етнічну належність.

5. Забезпечення діяльності, що потребує і передбачає співпрацю учнів. Відбір завдань із моделюваннями має забезпечити взаємодію учнів один з одним. Навчання відбувається успішніше, коли учні спілкуються один з одним, обмінюються своїми ідеями і міркуваннями.

6. Надання тільки мінімальних настанов із використання моделювання. Моделі розроблено так, що вони заохочують учнів до дослідження і пошуку головних сенсів, закономірностей. Надані вчителем докладні інструкції можуть стримувати активне мислення учнів.

7. Вимоги відображення висновків і аргументації у словах, діаграмах, на схематичних малюнках. Моделі розроблено так, щоб допомогти учням розвивати і тестувати їхні розуміння і міркування щодо явищ, законів і подій. Уроки найбільш ефективні, коли учнів просять пояснити і представити свої міркування різними способами.

8. Допомога учням самим відслідковувати свій прогрес у навчанні та розумінні. Важливо забезпечити можливості для учнів перевірити їхнє власне розуміння матеріалу. Один із таких способів – запросити учнів передбачити щось на основі їхніх нових знань, а потім перевірити передбачення за допомоги моделювання.

Спостереження вчителів і результати досліджень доводять, що учні не навчаються краще, якщо вони вдома просто граються з моделюваннями. Більшість учнів не мають необхідних навичок і мотивації, щоб навчатися самостійно, граючись із моделюваннями (їм цікаво, але це не є цікавим навчанням), якщо немає прямого стимулювання, такого, яке створює вчитель у класі. Це – одна з причин, чому вчені-методисти спільноти сайту Phet проводять спеціальні дослідження того, як ефективно інтегрувати симуляції в навчальний процес. Спостереження і дослідження доводять: якщо учнів цілеспрямовано не навчати самостійно формулювати дослідницькі завдання, не ставити

перед ними цілі та не вчити їх усвідомлено працювати з моделюваннями, то зацікавленість фізичними моделюваннями з часом швидко згасає. Так, наприклад, учителька Н. з однієї з пілотних шкіл відзначила, що більшість учнів 7 класу переписали собі на носії всі моделювання, замість того, щоби взяти тільки ті, які рекомендувала вчителька до теми уроку. Наступного дня учні жваво розказували один одному про віртуальні експерименти. Проте за два тижні учні залюбки і з цікавістю виконували тільки завдання з моделюваннями, що їх давала вчителька, інші моделювання їх уже не цікавили.

Після представлення вчителям пілотних шкіл моделювання «Геометрична оптика» всі вони звернули найбільшу увагу на те, що використання комп'ютерного моделювання може виявитись ефективним в умовах реальної школи, коли лабораторну роботу зі свічками проводити заборонено, а достатньої кількості елементів живлення для електричних лампочок у школі немає.

На рис. 1.21 показано стан екранної події навчального дослідження, що його спостерігає учень у процесі оперування екранними образами. Відповідно до вікових особливостей учня екранну подію виконано лаконічно, засоби керування і вимірювальний прилад (лінійка) дозволяють задати певні параметри об'єкта дослідження і виміряти основні характеристики оптичної системи (фокусну відстань, відстань об'єкта і зображення від центра оптичної системи).

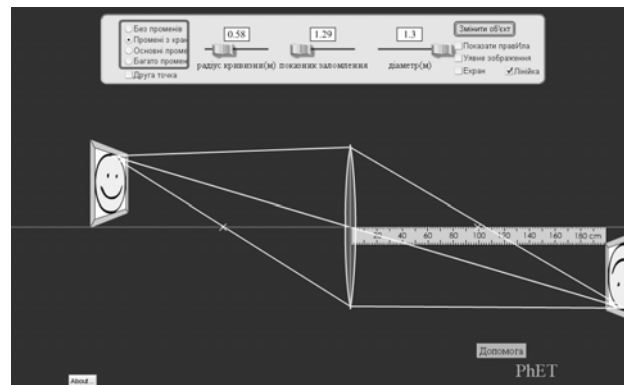


Рис. 1.21. Фрагмент виконання навчального дослідження властивостей опуклої лінзи на сайті Phet¹

Вчителі звернули увагу спершу тільки на вирішення проблеми недостатнього обладнання і використання комп'ютерного моделювання разом з фронтальним демонстраційним експериментом і лише

¹ <http://phet.colorado.edu/uk/simulation/geometric-optics>

декількома повними комплектами обладнання для проведення цієї лабораторної роботи. Вчителям було запропоновано один зі сценаріїв проведення лабораторної роботи з використанням комп'ютерного моделювання. Після проведення лабораторної роботи з використанням інтерактивних моделювань вчителі відмітили більшу зацікавленість учнів у поясненні результатів роботи і висновках, що вони зробили.

У старших класах процес використання комп'ютерного моделювання може супроводжуватися більш складною побудовою екранної події, що надає можливості отримати більше інформації відносно досліджуваного явища. На рис. 1.22 та рис. 1.23 показано стан робочого поля екрана, на якому відображено засоби керування параметрами досліджуваних об'єктів та вимірювальні пристрої.

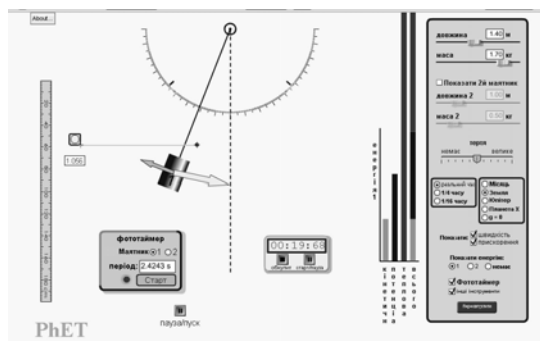


Рис. 1.22. Фрагмент виконання навчального дослідження властивостей маятника на сайті Phet¹

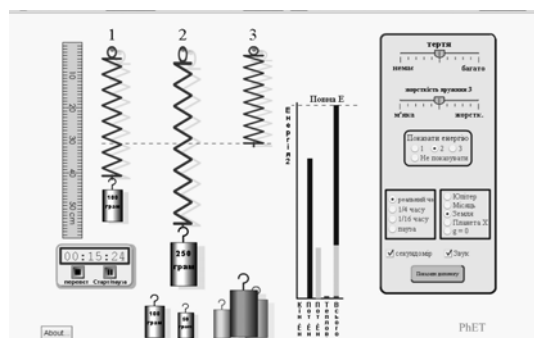


Рис. 1.23. Фрагмент виконання навчального дослідження властивостей пружного маятника на сайті Phet²

¹ http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_uk.html

² http://phet.colorado.edu/sims/mass-spring-lab/mass-spring-lab_uk.html

У випадку моделювань складних процесів передбачено більш детальний опис методики проведення експерименту, як це показано на рис. 1.24 та рис. 1.25.

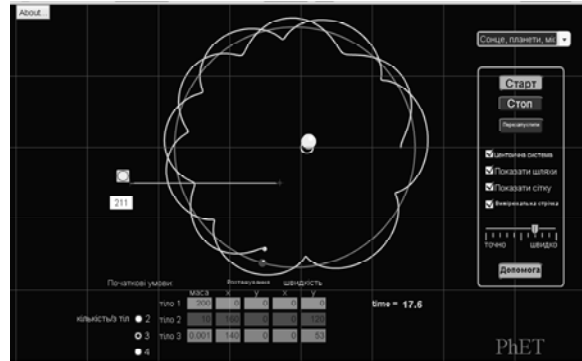


Рис. 1.24. Фрагмент виконання навчального дослідження властивостей руху трьох тіл, що взаємодіють, на сайті Phet¹

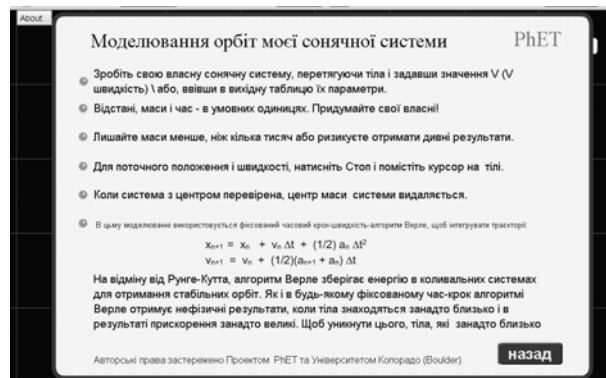


Рис. 1.25. Пояснення до проведення навчального дослідження властивостей руху трьох тіл, що взаємодіють, на сайті Phet

Дослідники справедливо відзначають, що моделювання не може замінити дослідів на реальному лабораторному устаткуванні. Phet-симуляції є більш ефективними для формування в учнів концептуального розуміння наукових понять, їхніх взаємозв'язків, законів і формул, проте існує багато навчальних і наукових цілей щодо практичних занять, які не можуть бути вирішені за допомогою комп'ютерного моде-

¹ http://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_uk.html

лювання. Наприклад, неможливо і не варто формувати за допомогою такого моделювання спеціальні навички, пов'язані з роботою з устаткуванням і приладами. Залежно від мети навчання та наявності устаткування метод комп'ютерного моделювання, як зазначають автори і розробники сайту, може бути більш ефективно використаним тільки в разі успішного продуманого комбінування моделювання та використання реального обладнання і спостереження за реальними процесами. Дослідники відзначають, що більшість учнів не мають необхідних умов, щоби вдома проводити досліди, а використання ігрових моделей сприяє формуванню додаткової мотивації до дослідження процесів і явищ за допомогою комп'ютерів під час виконання домашніх завдань. Педагогічні дослідження процесу навчання визначають, що найефективніше використовувати комп'ютерне моделювання під час проведення лекцій для пояснення нового матеріалу, у класній груповій діяльності учнів, під час проведення лабораторних робіт і виконання учнями домашніх завдань.

Література

1. *Александров И. О.* Формирование структуры индивидуального знания. – М. : Изд-во «Институт психологии РАН», 2006. – 560 с.
2. *Антонов А. В.* Информация: восприятие и понимание. – Киев : Наукова думка, 1988. – 184 с.
3. *Арбиб М.* Метаморфический мозг. – М. : Мир, 1976. – 295 с.
4. *Артёмьева И. Л., Высоцкий В. И., Реиштаненко Н. В.* Модель онтологии предметной области (на примере органической химии) // НТИ, сер.2. – 2005. – №8. – С. 19–27.
5. *Атанов Г. А.* Моделирование учебной предметной области, или Предметная модель обучаемого/Educational Tehcnology&Society 4(1) 2001. Режим доступа : http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v4_i1/html/4.html
6. *Баценко И. В.* Семантическое картирование как способ работы над лексическим материалом / Замежныя мовы у Рэспубліцы Беларусь. – № 2, 2002, С. 26 – 30.
7. *Брунер Дж.* Психология познания. За пределами непосредственной информации. М. : Прогресс, 1977. – 412 с.
8. *Брунер Дж.* Психология познания. М. : Прогресс, 1977. – 413 с.
9. *Бунге М.* Интуиция и наука. – М. : Прогресс, 1967. – 186 с.
10. *Гвишиани Н. Б.* Язык научного общения (вопросы методологии): Моногр. – М. : Высш. шк, 1986. – 280 с.
11. *Грегори Р. Л.* Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия. М. : Прогресс, 1970. – 279 с.
12. Эксперимент на екрані комп'ютера: монографія / Авт. кол. : Ю. О. Жук, С. П. Величко, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов/За ред. : Ю. О. Жука – К. : Педагогічна думка, 2012. – 179 с.

13. *Колосов А. В.* Визуальные образы в средствах массовой информации: Дис. ... канд. филос. наук : 22.00.06, Москва, 2000. – 154 с.
14. *Кубрякова Е. С.* Проблемы представления знаний в современной науке и роль лингвистики в решении этих проблем // Язык и структуры представления знаний. – М. : ИНИОН РАН, 1992. – С. 4–38.
15. *Кухта М. С.* Методология моделирования восприятия визуальной информации: Дис. ... д-ра филос. наук : 09.00.08, Томск, 2004. – 250 с.
16. *Лекторский В. А.* Субъект. Объект. Познание. М. : Наука, 1980: – 357 с.
17. *Лоренц К.* По ту сторону зеркала / Эволюция. Язык. Познание. М. : Языки русской культуры. С. 42–69.
18. *Луев Г. В.* Фреймы — сценарии для описания смысловой структуры слова // Теория верификации лингвистических отношений. – М. : изд-во Моск. ун-та, 1988. – С. 93 – 103.
19. *Малахова А. Д.* Взаимодействие образных и вербальных компонентов в процессах понимания / Вопросы психологии № 5, 1981. – С. 63–73.
20. *Меркулов И. П.* Когнитивная эволюция. М. : РОССПЭН, 1999. – 310 с.
21. *Мерло-Понти М.* Феноменология восприятия. СПб. : Ювента-Наука, 1999. – 606 с.
22. *Минский М.* Фреймы для представления знаний / М. Минский. – М. : Мир, 1979. – 150 с.
23. *Мюллер Х.* Составление ментальных карт: метод генерации и структурирования идей. – М. : – Омега-Л, 2007. – 126 с.
24. Навчальна програма з фізики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869429/
25. *Найссер У.* Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. – М. : Прогресс, 1981.
26. Оксфордский толковый словарь по психологии / Под ред. А. Ребера, 2002 г.
27. *Пиаже Ж.* Избранные психологические труды. – М. : Просвещение, 1969. – 659 с.
28. *Ришар Ж. Ф.* Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений / Сокр. пер. с франц. Т. А. Ребеко. – М. : Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. – 232 с.
29. *Скрэгг Г.* Семантические сети как модели памяти / Пер с англ. // Новое в зарубежной лингвистике. – М. : Прогресс, 1983.– Вып. XII: «Прикладная лингвистика». – С. 228–271.
30. *Сонин А. Г.* Моделирование механизмов понимания поликодовых текстов: Дис. ... д-ра филол. наук : 10.02.19. – Москва, 2006. – 323 с.
31. *Филмор Ч.* Фреймы и семантика понимания / Пер. с англ. // Новое в зарубежной лингвистике. – М. : Прогресс, 1988. – Вып. XXIII: «Когнитивные аспекты языка». – С. 52–92.

32. Харитончик З. А. Способы концептуальной организации знаний в лексике языка // Язык и структуры представления знаний: Сб. науч.-аналит. обзоров. – М. : ИНИОН РАН, 1992. – С. 97–123.
33. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. – М. : Энергия, 1980. – 360с.
34. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М. : Ин. лит., 1963. – 829 с.
35. Bransford, J. D., Brown, A. L. And Cocking, R. R. How People Learn, Brain, Mind, Experience, and School. – Washington, D. C. : National Academy Press, 2000.
36. J. J. Hopfield, «Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities», Proceedings of National Academy of Sciences, vol. 79 no. 8 pp. 2554–2558, April 1982.
37. Joseph D. Novak The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them, Cornell University/ <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/index.html>
38. Novak, J. D. & A. J. Cañas, The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

Розділ II

НАВЧАЛЬНА ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В ІНТЕРНЕТ-ПРОСТОРІ

2.1. Підготовка і проведення навчальних досліджень природних явищ із використанням сайту Phet

У навчальній програмі зазначено, що «кількісне співвідношення між видами навчального фізичного експерименту не можна визначити нормативно, оскільки на їх вибір впливає багато чинників. Це – і відповідність обраного рівня самостійності учнів меті уроку, і підготовленість їх до сприймання навчального матеріалу на відповідному рівні, і сам зміст досліду, і вміння вчителя забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів»¹. Проте в більшості шкіл учителі виконують лабораторні роботи з учнями від 7 до 11 класу саме за інструкціями, наведеними в підручниках. У вчителів немає необхідних знань, досвіду і методичних розроблень, щоби змінювати вид проведення лабораторної роботи від репродуктивного до дослідницького. Використання інтерактивних моделювань допомагає вирішити цю проблему. Запропонована нами технологія проведення навчальних досліджень із використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань може допомогти вчителю поступово формувати в учнях дослідницькі вміння і пізнавальні інтереси.

Необхідно зауважити, що використання інтерактивних моделювань не може замінити проведення учнями дослідів і експериментів із реальними об'єктами і приладами, навіть якщо у шкільній лабораторії відсутні потрібні для виконання лабораторної роботи матеріали і прилади. Моделювання лише можуть відігравати допоміжну роль, формуючи в учнях нові навички, збуджуючи їхній інтерес до експериментування, побудови власних гіпотез та їх перевірки, вміння й бажання експериментувати і досліджувати, ставити дослідницькі завдання з постійними і змінними параметрами.

Інтерактивні моделювання (симуляції) не стимулюють навчання самі по собі. Комп'ютерні симуляції, як уважають їх розробники,

¹ *Навчальна програма з фізики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondary-education/educational_programs/1349869429/*

чітко формулюють проблему та забезпечують складну модель гри, але «гра – це лише механізм, що забезпечує спільну уяву та спільний досвід, що дає можливість колегам спілкуватися єдиною мовою. Розуміння та навчання – не у самій грі. Усе це – наслідок спілкування навколо гри»¹. Саме таке педагогічне спілкування, обговорення з учнями того, що відбувається на екрані, розуміння ролі моделей та їх призначення є суттєвим компонентом методики викладання за використанням комп'ютерних симуляцій. Важливим є пояснення учням моделей, формулювання завдань, що передують віртуальному зображенню явищ і процесів, з'ясування основних ознак, характеристик реальних явищ і процесів, покладених в основу моделей. Необхідним завершенням роботи з моделями є підведення підсумків з отриманих результатів, співвіднесення їх з реальним світом.

Як показують педагогічні спостереження, процес підготовки і проведення навчальних досліджень із використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань сайту Phet повинен мати етапний характер, який може бути реалізовано в такій послідовності.

1-й етап. Підготовка до навчального дослідження

Напередодні виконання навчального дослідження (краще – за декілька уроків до його проведення) вчитель ознайомлює учнів із темою дослідження та повідомляє дату його проведення. Зазвичай, за традиційного навчання, учні, які знають, що подальшим уроком буде традиційна лабораторна робота, в найкращому випадку повторюють закони і формули до теми. Іноді вчителі просять заздалегідь записати в зошитах для лабораторних робіт вступну частину, можливо, схему досліджу. У запропонованій технології вчитель ознайомлює учнів із темою та основними завданнями майбутньої роботи, а також із відповідними цьому дослідженню інтерактивними моделюваннями.

Учні мають разом з учителем спершу з'ясувати, які параметри в моделюванні (як і в майбутній лабораторній роботі) є сталими, а які можна змінювати і в яких межах. Оскільки більшість моделювань – комплексні та охоплюють декілька тем, навіть розділів навчальної програми курсу фізики, слід обов'язково на початку домовитися з учнями, які саме параметри вони мають залишати незмінними під час проведення досліджень. Учні не зможуть сформулювати і перевірити свої гіпотези, якщо будуть змінювати декілька параметрів одразу. Важливо показати з великого екрана, як саме можна змінювати ці параметри, потім дати учням можливість спробувати повторити ті ж дії на комп'ютерах. Готуючись до лабораторної роботи, слід запропонувати учням поекспериментувати вдома з моделюваннями і з'ясувати декілька взаємозв'язків між декількома параметрами. Таких

¹ Симуляції. [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://uk.wikipedia.org/wiki/>

дослідницьких завдань, на нашу думку, має бути не більше трьох. Завдання можуть бути різної складності: від простих до підвищеної складності. Це можуть бути такі завдання, наприклад, для лабораторної роботи з геометричної оптики.

1. Як змінюється зображення, утворене збиральною лінзою, якщо рухати предмет:

- У напрямку до/від лінзи?
- Перпендикулярно до оптичної осі лінзи?

2. Від чого (яких змінних параметрів лінзи) залежить величина зображення, якщо воно не рухається?

3. Коли (за яких умов) лінза може давати збільшене і зменшене зображення?

4. За яких умов можна отримати найбільше зображення за допомоги збиральної лінзи?

Запросить учнів удома дослідити й записати свої відповіді, використовуючи поняття: «оптична вісь», «відстань від предмета до лінзи», «відстань від лінзи до зображення», «фокусна відстань», «фокус (точка)», «радіус кривизни лінзи» тощо. Запропонуйте записати свої відповіді у вигляді речень «Якщо збільшувати/зменшувати... за незмінних..., то...». Важливо спершу надати учням такі «мовленнєві кліше». Можна запропонувати тим, хто не любить писати, записати свої висновки у вигляді фізичного шифру – умовних позначень, що використовуються у формулі тонкої лінзи, і, ввівши, наприклад, додаткові позначення, як-от: AB – розмір предмета, $A'B'$ – розмір зображення.

Слід обов'язково перевірити виконання домашнього завдання, але оцінки в журнал виставляти не варто, або виставити тільки за вдалі, цікаві дослідження. Учні мають привчитися, що підготовка до лабораторної роботи – це обов'язково. Без такої попередньої двоступеневої підготовки: у школі – роз'яснення, як працює моделювання, і вдома – експериментування в оптимальному для кожного учня темпі, коли кожен витрачає на це стільки часу, скільки йому потрібно, не є можливою подальша ефективна робота з комп'ютерними моделюваннями. Робота з моделюваннями тільки в класі, як показав досвід пілотних шкіл, не приносить бажаного результату, відволікає учнів, не поглиблює їхніх знань. Перевірка самого факту (а не результатів) виконання домашнього завдання має бути обов'язковою та може виконуватися взаємоперевіркою самими учнями.

2-й етап. Виконання навчального дослідження у класі

Виконання лабораторної роботи з використанням інтерактивних моделювань може бути здійснене за одним з трьох варіантів:

1 варіант – за запропонованою в підручнику інструкцією,

2 варіант – за розробленою вчителем або доповненою інструкцією з підручника,

3 варіант – без наданої вчителем інструкції, яку учні (як план дослідження) можуть розробити самі.

Для виконання лабораторної роботи з використанням інтерактивних моделювань за будь-яким варіантом після стислого обговорення результатів виконання домашнього дослідження вчитель запрошує учнів ознайомитися з критеріями правильного виконання лабораторної роботи. Вчитель роздає розроблену ним форму оцінювання лабораторної роботи, наприклад, взявши за основу загальну «Форму оцінювання проведення експериментальної роботи. Середні класи» з Бібліотеки оцінювання сайту «Оцінювання проектів» навчальних програм Intel [1].

Цю форму оцінювання виконання дослідницьких робіт вчителю потрібно адаптувати/змінити відповідно до умов класу, віку учнів, залишивши/додавши тільки ті критерії, які співвідносяться з навчальними цілями, що їх ставить учитель до цієї роботи і перед цим конкретним класом. Важливо також додати до таблиці праворуч ще один стовпчик і проставити коефіцієнти-множники (вагу критерію) для кожного критерію залежно від їхньої важливості, згідно з навчальними цілями для цього конкретного класу, цієї навчальної теми. Наприклад, для проведення лабораторної роботи з геометричної оптики адаптована форма для учнів 7 класу однієї з пілотних шкіл має такий вигляд.

Таблиця 1

**Форма оцінювання проведення навчального дослідження
«Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи»**

Критерій	4-й рівень	3-й рівень	2-й рівень	1-й рівень	Вага критерію
Матеріали та обладнання	Я склав список усіх використаних мною матеріалів та обладнання, використовуючи дуже конкретні й точні назви предметів і їхні кількості. Я записав усе обладнання і матеріали, які реально використовував у роботі	Я склав список усіх використаних мною матеріалів та обладнання, описав більшість із них. Я записав усе обладнання, що наведене в посібнику.	Я склав список більшості використаних мною матеріалів та обладнання, але деякі пропущені або не детально описані.	Я склав список лише деяких використаних мною матеріалів та обладнання.	×1

Продовження табл. 1

Критерій	4-й рівень	3-й рівень	2-й рівень	1-й рівень	Вага критерію
Схематичні малюнки	Два схематичні малюнки з лінзами мають всі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують зображення. Всі об'єкти позначено буквами і пояснено під малюнком, усі відстані з формули лінзи позначено правильно. Всі побудови зображень відповідають формулі лінзи.	Два схематичні малюнки з лінзами мають усі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують зображення. Майже всі об'єкти позначено буквами і пояснено під малюнком, вказано відстані з формули лінзи.	Зроблено тільки один схематичний малюнок, який має всі основні елементи: предмет, його зображення, оптичну вісь, лінзу, два фокуси, основні промені, що формують зображення. Всі об'єкти позначено буквами і пояснено, всі відстані з формули лінзи позначено правильно.	Схематичних малюнків немає, або їх зроблено так, що на них не можна знайти необхідних елементів.	×7
Змінні величини	Я визначив змінні величини і занотував усі зв'язки між змінними величинами.	Я визначив змінні величини і занотував деякі зв'язки між змінними величинами.	Я визначив змінні величини	Я не визначив змінних величин.	×4
Підрахунки	Я вірно використав відповідні формули, щоби зробити правильні розрахунки, і представив усі свої розрахунки чітко і точно.	Я представив усі свої розрахунки чітко і точно. Я припустився лише однієї чи двох помилок, які не впливають загальні висновки з мого експерименту.	Я неправильно використав формули для обчислення, підставив у них неправильні дані. Моя робота містить помилки.	Я не використую ніяких формул для розрахунків. Моя робота має багато помилок.	×4

Продовження табл. 1

Критерій	4-й рівень	3-й рівень	2-й рівень	1-й рівень	Вага критерію
Гіпотеза	Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа сформульовано так, що є чітке пояснення, яке свідчитиме «проти» або «за» щодо припущень (спростує або доводить установлені зв'язки). Я використовую відповідні наукові поняття і науковий словник.	<i>Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа сформульовано чітко, в них є пояснення того, як буде підтримане/аргументоване доведення. Я зазвичай використовую відповідні наукові поняття і слова.</i>	Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа не сформульовано чітко, вони засновані не на науковому знанні, а на здогадках. Я намагаюся використовувати деякі наукові поняття і слова, але іноді я використовую їх неточно.	Мої гіпотези щодо лінз, мікроскопа і телескопа не сформульовані на здогадках. Мої пояснення суперечать науковим знанням. Я неправильно використовую наукові поняття або слова.	×8
Аналіз	Я аналізую взаємозв'язки однієї або декількох змінних, що характеризують лінзи, і цей аналіз ґрунтовний та глибокий.	Я аналізую взаємозв'язки між змінними величинами.	<i>Я намагаюся проаналізувати взаємозв'язки між змінними величинами, але мої пояснення є поверховими.</i>	Я не аналізую взаємозв'язків між змінними величинами.	×8
Висновки	<i>Мій висновок показує, що я перевіряв гіпотези та ясно пояснив усі змінні величини. Мої висновки засновані на ґрунтовних дослідженнях і добре задокументованих даних. Я використовую наукові терміни, поняття і всі слова правильно.</i>	Мій висновок показує зв'язок між гіпотезою і результатами дослідження, пояснює деякі змінні величини. Мої висновки засновані на проведених дослідженнях і отриманих даних. Я використовую специфічні наукові терміни і слова правильно.	Мій висновок є розпливчастим і деякою мірою пояснює зв'язок між гіпотезою, змінними і результатами. Я іноді припускаюся помилок у використанні наукової мови.	Висновок відсутній або дуже короткий практично без пояснень про зв'язок між гіпотезою, змінними і результатами. Я припускаюся багатьох помилок у використанні наукової мови, або зовсім її не використовую.	×5

Продовження табл. 1

Критерій	4-й рівень	3-й рівень	2-й рівень	1-й рівень	Вага критерію
Безпека	Я виконую всі правила безпеки у проведенні мого експерименту, і я детально описую їх. Я успішно справляюся з непередбачуваними обставинами, виконуючи правила безпеки.	Я виконую всі правила безпеки у проведенні мого експерименту, і я детально описую їх. Якщо я і припускаюся декількох помилок, то вони є незначними і не загрожують мені чи моїм однокласникам.	В основному я виконую всі правила безпеки у проведенні мого експерименту, і я описую їх. Я припускаюся декількох помилок, які є небезпечними для мене чи моїх однокласників.	Я проводжу мої дослідження у небезпечний спосіб, ризикуючи своєю безпекою чи безпекою інших. Я не описую правила безпечного проведення досліджень.	×4
Звіт про лабораторну роботу	Мій звіт включає в себе всі необхідні компоненти: чітко і послідовно описує гіпотезу, матеріали, змінні величини, розрахунки, результати, проведений аналіз і висновки. Мова мого звіту чітка і точна, не містить орфографічних або граматичних помилок.	Мій звіт включає в себе всі необхідні компоненти: чітко і послідовно описує гіпотезу, матеріали, змінні величини, розрахунки, результати, проведений аналіз і висновки. Звіт не містить орфографічних або граматичних помилок, таких, що не дозволяють зрозуміти його.	Мій звіт не містить деяких необхідних компонентів: гіпотези, матеріалів, змінних величин, розрахунків, результатів, їх аналізу чи висновків. Звіт містить такі граматичні помилки, які не дозволяють чітко зрозуміти його.	Мій звіт не містить багатьох необхідних компонентів: гіпотези, матеріалів, змінних величин, розрахунків, результатів, їх аналізу чи висновків. М'ява мого звіту містить так багато помилок, що його складно зрозуміти.	×4

Із цієї форми, адаптованої для конкретного класу, за величиною множника (вагою критерію) чітко видно, наприклад, які навчальні цілі ставив учитель до цієї роботи: передусім навчити формулювати гіпотези, проводити аналіз і вірно робити схематичні малюнки.

До початку виконання учнями лабораторної роботи слід роздати учням роздруковану на папері форму оцінювання. Вона буде слугувати їм орієнтовною основою дій. Якщо учні працюють під час виконання лабораторної роботи в парах, то потрібно видати їм один екземпляр на пару. Слід докладно ознайомити учнів з критеріями (перша колонка) та дескрипторами (описами) для чотирьох рівнів навчальних

досягнень. Можна прочитати вголос тільки описи для найвищого і найнижчого рівнів. Важливо переконатися, що всім учням зрозумілі описи критеріїв для кожного рівня. Слід пояснити значення ваги основних критеріїв.

Виконуючи лабораторну роботу і наприкінці оформлення результатів роботи учні здійснюють самооцінювання своєї діяльності за цією формою. В ході проведення експериментального дослідження учні мають самі звірятися з описами критеріїв (дескрипторами) і вирішувати, на якому саме рівні вони хочуть/можуть виконати роботу. Цінним є те, що, користуючись формою, учні самі можуть дізнатися з опису, наприклад, як правильно формулювати гіпотези. Наприкінці виконання роботи вони самі мають підкреслити (або позначити кольором), на якому саме рівні вони виконали кожен критерій, і внести корективи у свою роботу.

Отже, ця форма оцінювання крім безпосереднього оцінювання виконує ще й інструктуючу, формуючу роль. Вона допомагає учням визначити сподівання вчителя щодо виконання ними роботи, а також оцінити свої сильні та слабкі сторони, вона дозволяє виставити аргументовану оцінку, яка відображає знання і вміння учнів, а також вказує їм напрямки подальшого самовдосконалення.

У ході виконання лабораторної роботи за *другим варіантом* використання інтерактивних моделювань учитель може, поряд з інструкцією, вміщеною в підручнику, дати учням додаткові завдання, які допомагають учням краще зрозуміти сутність фізичних процесів і формул, поглибити їхні знання з фізики. Так, наприклад, для виконання лабораторної роботи «Вивчення залежності електричного опору від довжини провідника, площі його поперечного перерізу і матеріалу провідника» в посібнику [12, С. 54] наведено декілька варіантів проведення роботи. Щоби поглибити розуміння учнями процесів, які відбуваються всередині провідника, як рухаються електрони в кожному окремому випадку та як це впливає на опір, доцільно надати учням можливість попрацювати з комп'ютерними моделюваннями «Просте коло зі струмом» і «Коло з батареї та резистора» [11]. Використання комплексного комп'ютерного моделювання «Електричні кола постійного струму» [11] допомагає виконанню додаткового завдання до лабораторної роботи «Вимірювання потужності споживача електричного струму» [12], особливо в поясненні перетворення енергії. Для розуміння учнями взаємозв'язків і процесів, які відбуваються в провідниках зі струмом, до проведення лабораторних робіт «Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників», «Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників» [12] варто ознайомити учнів, роздати на електронних носіях моделювання і дати їм домашні завдання до моделювання «Конструктор для

змінного і постійного струму. Віртуальна лабораторія». Моделювання процесів, які відбуваються в провідниках, не видимі очам людини; використання моделювань дає змогу учням не механічно запам'ятовувати формули й закономірності паралельного і послідовного з'єднання провідників, а розуміти, чому спостерігаються такі співвідношення електричних величин. Малюнки в підручнику з фізики, за якими учням пропонується скласти електричне коло, не виразні, як наприклад, на мал. 56 [12, С. 60]. Прилади в шкільному фізичному кабінеті можуть не бути подібними до тих, що зображені на малюнках, а отже, не розпізнаються учнями, а це не дозволяє їм правильно самостійно скласти електричне коло для вимірювань. Використовуючи комплексне моделювання з електрики для вивчення електричного кола, вчитель може заздалегідь створити в моделюванні такий схематичний малюнок, зберегти його на своєму комп'ютері, клацнувши на кнопку «зберегти», скопіювати і роздати на електронних носіях це моделювання всім учням класу або тільки учням, які мають труднощі у складанні електричних кіл (рис. 2.1).

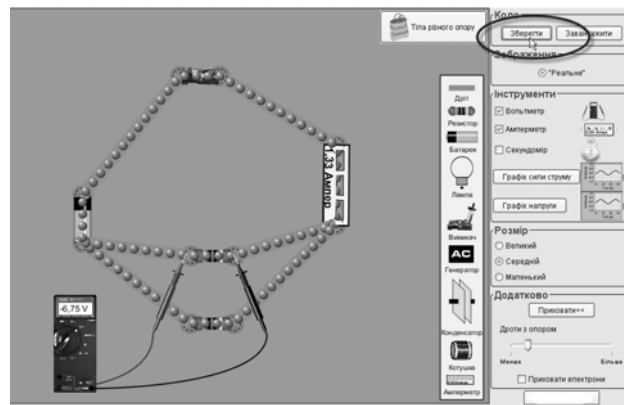


Рис. 2.1. Моделювання кола електричного струму в робочому полі сайту Phet

Використовуючи вимірювальні прилади у класі для виконання лабораторної роботи під час вимірювань електричного струму, учні можуть вивести їх з ладу через брак досвіду користування ними, в разі помилкового приєднання приладів. Складаючи схеми спершу на комп'ютерній моделі, а після самостійної перевірки її роботи на реальних приладах, учні вчаться правильно складати схеми, експериментувати, правильно користуватися приладами, робити вимірювання. Психологічна напруженість щодо використання таких приладів та об-

ладнання може стримувати дослідницький інтерес учнів, а при самостійному використанні комп'ютерних моделювань, учні можуть дозволити собі помилятися, працювати з граничними параметрами.

3-й етап. Виставлення оцінок за виконану лабораторну роботу

Використовуючи форми оцінювання з чіткими критеріями та описом вимог щодо них, учні можуть здійснити самооцінювання або взаємооцінювання робіт один одного (одна пара – іншу). Роботи також може перевіряти вчитель. За формами оцінювання розрахунок оцінки за 12-бальною системою можна, наприклад, наближено зробити так: у таблиці 2 вирізано курсивом учителем (або учнями, що оцінюють) рівні, що відповідають кожному з критеріїв. Загальна сума «сирих» балів за наведеними в таблиці 2 позначеннями (підкресленнями):

$$3*1+3*7+1*4+2*4+3*8+2*8+4*5+3*4+4*4=124,$$

максимальний бал за таблицею – 180, то ж оцінка за дванадцятибальною шкалою ($12*124/180$) приблизно дорівнює 8.

На початку застосування такої технології формуючого оцінювання сам процес розрахунку і виставлення оцінки може здаватися вчителю занадто громіздкою процедурою, такою, що вимагає багато часу. Але, коли вчителі часто застосовують такі обчислення, вони роблять це швидко (можна залучити комп'ютер, ввівши готові формули для обчислення підсумкової оцінки). Крім того, такі обчислення можна доручати учням у взаємооцінюванні і самооцінюванні. Таке формуюче оцінювання має ряд суттєвих переваг:

- Оцінка, розрахована за конкретними і чіткими критеріями, є більш об'єктивною порівняно з традиційними (інтуїтивними) технологіями, позбавленою суб'єктивності.
- Учні заздалегідь знають точні очікування вчителя від своєї роботи і намагаються їм слідувати.
- Таке оцінювання чітко вказує на сильні та слабкі сторони навчання учнів і цим пропонує їм напрями подальшого вдосконалення конкретних навичок (наприклад, вміння формулювати гіпотези).
- Оцінювання вказує на ті прогалини у знаннях, що їх учням слід надолужити
- Таке оцінювання дозволяє вчителю визначити/діагностувати не тільки знання і вміння учнів, виконувати окремі етапи лабораторної роботи, а й їхнє вміння мислити, порівнювати, робити висновки і вирішувати проблеми. Вчитель після аналізу таких робіт також може визначити напрями свого подальшого вдосконалення як педагога.

Використання інтерактивних моделювань і технології формуючого оцінювання дозволяє більш ефективно навчати учнів усвідомлено ставитися до свого навчання.

Крім завдань інструкції для виконання лабораторної роботи, що записана в підручнику, у використанні інтерактивних моделювань важливо дати дітям додаткові експериментальні завдання, щодо яких вони можуть висунути свої гіпотези, скласти план дослідження, виконати його та оцінити результати. Це можна зробити, враховуючи широкі можливості для зміни різних параметрів моделювань, навіть до гранично допустимих меж. За таких умов, а не за механічного використання покрокових інструкцій з готовими формулами, в учнів формуються наукова цікавість, вміння проводити і аналізувати експеримент. Адже в навчальних програмах зазначено, що «у виборі конкретного виду експерименту вчитель мусить керуватися тими міркуваннями, що кожна демонстрація, кожне спостереження або лабораторна робота, кожний дослід повинен, з одного боку, забезпечити виконання програмних вимог до експериментальної підготовки учнів на певному освітньому рівні, а з іншого – розвивати в учнів готовність сприймати навчальний матеріал на оптимальному для них за пізнавальними можливостями рівні активності [13, С. 5]».

Наприклад, до лабораторної роботи з геометричної оптики у 8 класі можна запропонувати учням робочий аркуш (таблиця 2).

Таблиця 2

**Робочий аркуш учня до виконання лабораторної роботи
з геометричної оптики**

Етапи	Діяльність	Відповіді й коментарі
1	Виконуючи лабораторну роботу з лінзою, ви можете побачити зображення лампочки на екрані. На вашу думку, як лінза змінює світло від лампи, щоб утворити зображення? Чому зображення перевернуте? Обговоріть ваші ідеї з партнером, а потім зробіть малюнки, що ілюструють ваші ідеї.	
2	Використайте моделювання «Геометрична оптика» для перевірки своїх ідей. Обговоріть, чи змінилися ваші попередні думки щодо утворення зображень лінзами. Напишіть свої стислі висновки, в яких поясніть, яким чином формується реальне зображення за допомоги графічної побудови променів збиральної лінзи. Поясніть свої висновки за допомогою схематичного малюнка. Обов'язково вкажіть, чому зображення перевернуте і чому воно змінюється в розмірах за різних відстаней між лінзою та реальним предметом.	

Продовження табл. 2

Етапи	Діяльність	Відповідний коментарі
3	<p>Додатково. Якщо ви хочете зробити свій телескоп, то які лінзи (з якими характеристиками) ви обрали б? Як ці характеристики впливатимуть на зображення, які ви побачите? Використайте моделювання «Геометрична оптика» для перевірки своїх ідей. Складіть таблицю для узагальнення того, як кожна змінна впливає на те, як виглядає зображення. Опишіть характеристики лінз, які краще підійшли би для об'єктива телескопа. Поясніть свій вибір. Чому телескоп із такими лінзами добре працюватиме? Які лінзи ви вибрали б якби ви робили мікроскоп? Чому?</p>	
4	<p>Додатково. Використайте лупу, щоби подивитися на цей папір. Дослідіть, як зробити, щоби слова були якомога більшими. Обговоріть із вашим партнером, як формується таке зображення. Використайте моделювання «Геометрична оптика» та увімкніть опцію «Уявне зображення», щоби побачити, як формується уявне зображення на лівій стороні лінзи. Уявіть, що ви перебуваєте на правій стороні, дивлячись в об'єктив.</p>	
5	<p>Напишіть листа до ваших батьків/молодших братів/сестер, щоби вони зрозуміли, як працює збільшувальна лінза. Включіть до пояснення, як розмір лінзи, її фокусна відстань і місце розташування предмета впливають на зображення, що ви бачите. Проілюструйте вашого листа схематичним малюнком, що показує, як ідуть промені світла, щоби побачити зображення.</p>	

Більшість моделювань із сайту можна використовувати для супроводу і проведення лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму. В таблиці 3 наведено назви тих інтерактивних моделювань, які можуть допомогти у проведенні відповідних лабораторних робіт із фізики і фізичного практикуму для всіх класів і рівнів. Не всі моделювання перекладено українською мовою. Незважаючи на це, вони можуть бути використані у класах, оскільки більшість із них мають зрозумілий інтуїтивний інтерфейс і зрозумілі зображення.

Таблиця 3

**Лабораторні та практичні роботи курсу фізики середньої школи
з супроводом інтерактивними комп'ютерними моделюваннями**

** курсивом вирізнено моделювання, ще не перекладені українською мовою*

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
Механіка			
1.	<i>Повітряні кулі та плавання тіл</i>	З'ясування умови плавання тіл (класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас)	
2.	<i>Плавання тіл</i>	З'ясування умови плавання тіл (класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас)	
3.	<i>Лабораторія зіткнень (повітряний хокей)</i>	Дослідження пружного удару двох тіл (10 клас, академічний рівень, профільний рівень)	
4.	<i>Густина</i>	Визначення густини тіла гідростатичним методом (класи з поглибленим вивченням фізики 8 клас)	
5.	<i>Рух і сили</i>	Вимірювання швидкості руху тіла (основна школа, 8 клас) Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання (основна школа, 8 клас) Вимірювання сил (10 клас, рівень стандарту)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
6.	<i>Сили і робота (механічні)</i>	Вимірювання сил (10 клас, рівень стандарту)	
7.	<i>Рух і сили (основи)</i>	Вимірювання швидкості руху тіла (основна школа, 8 клас) Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання (основна школа, 8 клас)	
8.	<i>Гравітація та орбіти планет</i>	Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння (10 клас, рівень стандарту)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
9.	<i>Лабораторія сили тяжіння</i>	Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння (10 клас, рівень стандарту)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження нитяного маятника (10 клас, академічний рівень)

Продовження табл. 3

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
10.	<i>Рух сонечка (комахи) у площині</i>		Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
11.	<i>Місячний спусковий апарат</i>		Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
12.	<i>Революція сонечок (рух по колу)</i>	Вимірювання частоти обертання тіл (основна школа, 8 клас) Дослідження руху тіла по колу (10 клас, академічний рівень, профільний рівень)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження руху тіла по колу (10 клас, профільний рівень)
13.	<i>Рух на площині</i>	Вимірювання швидкості руху тіла (основна школа, 8 клас)	
14.	<i>Рухливі чолівічки</i>		Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
15.	<i>Пружинні осцилятори</i>	Дослідження коливань тіла на пружині (10 клас, профільний рівень)	Дослідження коливань тіла на пружині (10 клас, академічний рівень)
16.	<i>Рух снарядів</i>	Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально (10 клас, профільний рівень)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики 9 клас) Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту (10 клас, академічний рівень, профільний рівень)
17.	<i>Похила площина: рух і сили</i>	Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил (10 клас, рівень стандарту)	Визначення роботи сил, що діють на тіло, та зміни механічної енергії тіла (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)

Продовження табл. 3

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
18.	<i>Обертальний момент</i>	2 Вимірювання частоти обертання тіл (основна школа, 8 клас)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
19.	Моя сонячна система		Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
20.	Парк для скейтів	Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил (10 клас, рівень стандарту)	Дослідження різних видів рухів та визначення їхніх характеристик (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
21.	Похила площина	Визначення ККД похилої площини (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас)	
22.	Рівновага важеля	З'ясування умов рівноваги важеля (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас)	
23.	<i>Тертя</i>	8 Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас)	
24.	<i>Резонанс</i>		Вивчення явища резонансу (10 клас, профільний рівень)
25.	Звук	Вивчення характеристик звуку (Основна школа, 8 клас) Вивчення характеристик звуку (класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас)	Дослідження характеристик звуку та його поширення в різних середовищах (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
26.	Лабораторія маятників	Дослідження коливань маятника (основна школа, 8 клас) Дослідження коливань тіла, підвішеного на нитці (класи з поглибленим вивченням фізики, 8 клас) Виготовлення маятника і визначення його періоду коливань (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень)	Визначення прискорення вільного падіння за допомоги маятника (11 клас, рівень стандарту)
27.	Маси і пружини	Дослідження коливань тіла на пружині (10 клас, академічний рівень, профільний рівень)	

Продовження табл. 3

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
28. Теплофізика Рідини і газів			
29.	<i>Властивості газів</i>	Дослідження одного з ізопроцесів (10 клас, рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень)	Вивчення одного з ізопроцесів (10 клас, рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень)
30.	<i>Стан речовини</i>		Дослідження особливостей процесів зміни агрегатного стану речовини (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
Електрика і магнетизм			
31.	<i>Генератор</i>	Дослідження явища електромагнітної індукції (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень)	
32.	<i>Магніти і компаси</i>		Дослідження магнітного поля Землі (11 клас, академічний рівень)
33.	<i>Магніти і електромагніти</i>	Складання найпростішого електромагніта і випробування його дії (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження явища електромагнітної індукції (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень)	
34.	<i>Радіохвилі і електромагнітні поля</i>		Дослідження властивостей електромагнітних хвиль (11 клас, академічний рівень)
35.	Джон Тра- вольтаж	Дослідження взаємодії електризованих тіл (11 клас, академічний рівень)	
36.	Електризація та взаємодія зарядів	Дослідження взаємодії заряджених тіл (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження взаємодії електризованих тіл (11 клас, академічний рівень, профільний рівень)	
37.	Електричне поле чудес	Дослідження взаємодії заряджених тіл (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження взаємодії електризованих тіл (11 клас, академічний рівень, профільний рівень)	

Продовження табл. 3

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
38.	Електричний хокей	Дослідження взаємодії заряджених тіл (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження взаємодії електризованих тіл (11 клас, академічний рівень)	
39.	Електричні кола постійного струму	Вимірювання сили струму за допомогою амперметра (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Вимірювання електричної напруги за допомогою вольтметра (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)	
40.	Електричні кола постійного та змінного струму	Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)	
41.	Закон Фарадея	Дослідження явища електромагнітної індукції (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень)	
42.	Заряди і поля	Дослідження взаємодії заряджених тіл (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)	
43.	Конструктор для змінного і постійного струму. Віртуальна лабораторія		Дослідження електричних кіл (11 клас, рівень стандарту)
44.	Конструктор для постійного струму, віртуальна лабораторія	Вимірювання сили струму за допомогою амперметра (основна школа, 9 клас) Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра (основна школа, 9 клас) Вимірювання електричної напруги за допомогою вольтметра (основна школа, 9 клас)	

Продовження табл. 3

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
45.	Лабораторія конденсаторів		Визначення енергії зарядженого конденсатора (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень) Вимірювання ємності конденсатора (11 клас, академічний рівень)
46.	Напівпровідники	Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом (11 клас, академічний рівень, профільний рівень)	Дослідження напівпровідникового діода (11 клас, академічний рівень) Дослідження транзистора (11 клас, академічний рівень) Дослідження залежності опору напівпровідників від температури (11 клас, академічний рівень, профільний рівень)
47.	Напруга батареї	Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму (11 клас, рівень стандарту)	
48.	Опір дроту	Вивчення залежності електричного опору від довжини провідника і площі його поперечного перерізу, матеріалу провідника (основна школа, класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)	Визначення питомого опору провідника (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас)
Оптика. Світлові явища			
49.	<i>Заломлення світла</i>		Дослідження явища заломлення світла на межі двох прозорих середовищ (класи з поглибленим вивченням фізики, 9 клас) Дослідження відбиття та заломлення світла (11 клас, академічний рівень)
50.	<i>Спектр абсолютно чорного тіла</i>	Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень)	
51.	<i>Інтерференція хвиль</i>	Спостереження інтерференції та дифракції світла (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень)	

Продовження табл. 3

№	Назва моделювання	Назва лабораторної роботи, клас, рівень	Назва роботи фізичного практикуму, клас, рівень
52.	Геометрична оптика	№ 11 Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи (основна школа, 7 клас)	Визначення фокусної відстані та оптичної сили лінзи (11 клас, академічний рівень)
53.	Колір, що його бачить людина	№ 9 Утворення кольорової гами світла шляхом накладання променів різного кольору (основна школа, 7 клас) Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини (11 клас, рівень стандарту, академічний рівень)	
Атомна і ядерна фізика			
54.	Радіоактивність (гра)		Моделювання радіоактивного розпаду (11 клас, академічний рівень, профільний рівень)
55.	Альфа-випромінювання		Моделювання радіоактивного розпаду (11 клас, академічний рівень, профільний рівень)
56.	Резерфордівське розсіяння		Моделювання радіоактивного розпаду (11 клас, академічний рівень)

2.2. Організація самостійної навчальної діяльності старшокласників засобами Інтернет-технологій

Аналіз проблеми організації самостійної роботи у школі свідчить, що вона складає предмет дослідження вже не один десяток років як вітчизняних, так і закордонних учених. Вирішення цієї проблеми в сучасних умовах розбудови школи внаслідок входження вітчизняної системи освіти в європейський простір має сприяти перегляду теоретичних і методичних засад підготовки школярів.

Останнім часом на виховання учня і сприйняття ним навколишнього світу чимраз більшою мірою впливає потужний потік нової сучасної інформації, реклами, застосування комп'ютерних технологій, стрім-

кий розвиток Інтернет-технологій. Те, що раніше учень міг отримати за різними джерелами: з підручника, довідкової літератури, на лекціях від викладача, з конспекту заняття тощо, сьогодні можна знайти в мережі Інтернет. За цих обставин у процесі підготовки у ЗНЗ вчитель повинен запроваджувати в навчальний процес нові методи і способи подачі основної фахової інформації, використовувати різноманітні засоби її одержання, збереження та оброблення, а на основі цього одержувати нові знання.

Зрозуміло, що кожний учень по-різному засвоює нові знання, має свої особисті здібності й можливості в опануванні певним конкретним матеріалом, але коли нова інформація подається для одночасного сприйняття її, наприклад, візуально і через слух, то рівень її сприйняття суттєво підвищується. Зазначмо, що це вимагає від учителя глибоких знань учнівського складу в аудиторії, в якій він працює, і знань особистих характеристик учнів, з якими він працює, в цілому вчитель має знайти індивідуальний підхід до кожного учня.

На сучасному етапі запровадження ІКТ з використанням комп'ютерних мереж і он-лайнних засобів навчальні заклади отримали можливість подавати нову інформацію, задовольняючи індивідуальні запити кожного суб'єкта навчального процесу. Ефективність такого навчання залежить від умілої організації вчителем навчального процесу як на заняттях, так і в позаурочний час. Від того, як кожний учень уміє самостійно працювати, опановуючи необхідну інформацію, залежить рівень його навчальних досягнень.

Інтернет-технології під час вивчення фізики в школі дозволяють на якісно новому рівні розв'язувати завдання стосовно активізації самостійної роботи учнів із можливістю вибору індивідуальної траєкторії та темпу вивчення навчального фізичного матеріалу, подання інформації в інтерактивному режимі та аудіовізуальній формі, організації занять з учнями у віртуальних лабораторіях з метою проведення фізичних експериментів у режимі прямих вимірювань, забезпечення комунікації з учнями, віддаленими в часі й територіально у процесі організації навчально-дослідницької діяльності (дистанційні евристичні олімпіади з фізики, Інтернет-олімпіади, он-лайнні захисти дослідницьких робіт, дистанційні конференції та ін.), підвищувати і стимулювати пізнавальні інтереси школярів до вивчення фізики та ін.¹

Відкриття в галузі ІКТ та їх запровадження в освітню галузь змушують переглядати питання організації інформаційного забезпечення

¹ *Маслов И. С.* Формирование готовности учителя физики к применению Интернет-технологий при проектировании и проведении элективных курсов: анализ опытно-экспериментальных данных / И. С. Маслов // Интернет-журнал «Эйдос». – 2010. – 7 сентября. <http://www.eidos.ru/journal/2010/0907.htm>.

навчально-виховного процесу у ЗНЗ. При цьому можна вирізнити кілька можливостей використання інформаційних технологій у процесі навчання: прямий і зворотний зв'язок між користувачами ІКТ; архівне зберігання великих обсягів інформації з можливостями їх передавання; можливість проведення віртуального експерименту; оброблення та аналіз результатів експерименту і висновків, що з них випливають; автоматичне реферування і анотування матеріалів; можливість оцінювання і контролю рівня опанування відповідною навчальною інформацією і коригування рівня навчальних досягнень.

Реалізація перерахованих можливостей ІКТ у педагогічній сфері діяльності дозволяє визначити такі види діяльності, до яких можна залучити учнів під час навчання: збирання, зберігання, оброблення інформації про досліджувані об'єкти; передавання інформації, її інтерпретація та подання в різній формі; взаємодія користувача з програмною системою, що припускає обмін текстовими запитами і відповідями; автоматизований контроль результатів знань, тестування тощо.

Зазначені види діяльності засновано на інформаційній взаємодії між учнями, вчителями і засобами інформаційних та комунікаційних технологій, спрямованих на досягнення навчальних цілей і запланованого засвоєння навчальної інформації.

Для того, щоб учень свідомо працював у мережі Інтернет, він має володіти певними вміннями:

- користуватися комп'ютером, інформаційними ресурсами;
- користуватися пошуковими системами, каталогами;
- цілеспрямовано знаходити необхідну інформацію;
- розуміти адресну спрямованість інформації, критично обмірковувати її, формувати і обґрунтовувати альтернативні погляди;
- зберігати і використовувати інформацію в повсякденному житті;
- опрацьовувати і подавати інформацію [19].

Учні можуть застосовувати ІКТ згідно зі своїми індивідуальними потребами і в різних аспектах проявів тих чи тих функцій, які реалізуються такими засобами. Зокрема, завдяки можливостям часткової реалізації функцій вчителя, комп'ютер чи інший бездротовий пристрій часто використовується у процесі самостійної та домашньої роботи учнів, у ході самостійного вивчення законів, з метою заповнення прогалин у знаннях учнів, які з різних причин відстали у навчанні. У цій ситуації доцільно використовувати тренувальні та навчальні комп'ютерні програми, спеціально створені для цих навчальних цілей. (GRAN 1; GRAN 2; GRAN 3; L- мікро, MATHCAD, MATHEMATICA, EUREKA, MATHLAB та ін.)

Одночасно під час організації цілеспрямованої самостійної роботи з навчальних дисциплін із використанням ІКТ учні можуть: одержати навчальне завдання; запросити додаткову інформацію, необхідну для

виконання завдання; усвідомити метод і спосіб та засоби виконання завдання; ввести відповідь; одержати аналіз і оцінку відповіді та за необхідності одержати додаткові вказівки чи додаткове завдання для більш повного усвідомлення та глибшого опанування навчальним матеріалом чи для остаточного узагальнення висновків.

За цих обставин можна відзначити низку переваг використання персональних комп'ютерів для організації та успішної реалізації самостійної роботи в опануванні змістом навчального матеріалу порівняно з аудиторними заняттями, які проходять за обов'язкової участі вчителя: по-перше, учневі надається необмежений час роботи; по-друге, він може обрати вільну траєкторію діяльності та властивий саме йому режим роботи; по-третє, виключається вплив суб'єктивних сторонніх факторів у самостійній роботі учня (відсутність упередженості до будь-кого з учнів, до оцінювання відповіді, можливість самооцінювання і самоконтролю на основі чітких критеріїв без порівняння з результатами роботи інших учнів, нерозголошення хиб роботи учня тощо).

Аналіз навчально-методичної та наукової літератури [15, 18] дає підстави для вирішення таких педагогічних цілей використання ІКТ у процесі вивчення учнями природничих дисциплін, як: розвиток особистості учнів, підготовка їх до результативної життєдіяльності в умовах інформаційного суспільства, що передбачає: розвиток мислення; розвиток комунікативних здібностей; формування навичок і вмінь приймати оптимальне рішення або пропонувати варіанти рішень у складній ситуації; формування інформаційної культури, умінь здійснювати оброблення інформації; естетичне виховання (наприклад, за рахунок можливостей програм комп'ютерної верстки та мультимедійних технологій) тощо.

Для підвищення ефективності та якості одержання фахових фізичних знань на основі СР у процесі навчання, зокрема фізики, є необхідною якомога ширша реалізація всіх можливих функцій ІКТ, бо використання таких засобів у навчальному процесі забезпечує активізацію пізнавальної діяльності кожного учня за рахунок комп'ютерної візуалізації навчальної інформації, ПК дозволяє здійснювати впровадження різних ігрових ситуацій як під час занять, так і в позааудиторний час, а також дає можливість спрямувати ЦНД учнів в опануванні фаховими знаннями з різних дисциплін, що суттєво впливають на фундаментальну фізичну підготовку учня, і т. ін. Зокрема є можливість суттєвого поглиблення міжпредметних зв'язків за рахунок використання сучасних засобів швидкого оброблення інформації, зокрема аудіовізуальної, для вирішення індивідуальних завдань із різних предметних галузей та інтегрованих завдань як за змістом опрацьованої навчальної інформації, так і за видами навчальної діяльності у процесі її опанування [2, 3].

На сьогодні до принципових завдань у процесі навчання фізики загальноосвітньому навчальному закладі слід віднести й такі, що пов'язані з формуванням особистості, здатної жити і працювати в умовах інформаційного суспільства, зокрема:

- мати доступ до баз даних, що відображають усі аспекти освітньої галузі засобами інформаційного обслуговування;
- розуміти різні форми й засоби уявлення даних у графічних і числових форматах і подання експериментальних результатів їхнього оброблення та узагальнення;
- знати і вміти користуватися загальнодоступними джерелами інформації;
- уміти оцінювати та обробляти результати експериментальних вимірювань, використовуючи різні методи;
- вміти аналізувати та обробляти статистичну інформацію та на її основі робити узагальнення і формулювати висновки;
- уміти використовувати одержані результати для вирішення нових поставлених задач, зокрема індивідуальних задач для організації самостійної роботи.

За таких обставин важливо практикувати такі ситуації у процесі організації самостійної роботи учнів, коли комп'ютер дозволяє реалізувати різні форми міжособистісного опосередкованого спілкування; серед яких виокремлюється такі:

- *усна контактна комунікація* (телеконференції) та *письмова комунікація* (електронна пошта);
- *індивідуальне спілкування* (особисте листування) і *групове спілкування* (дошка оголошень, чати, форуми тощо).

Безперечно, залишається досить важливою для організації самостійної роботи учнів реалізація тієї функції комп'ютера, яка пов'язана з можливостями тестування рівня володіння змістом матеріалу: фізичними знаннями чи окремою темою без участі (або за частковою участі) учня, що скорочує час оцінювання і моніторингу результатів навчання.

Одночасно варто наголосити і на тому, що використання комп'ютерів на заняттях із фізики не лише підвищує інтерес учнів до предмета вивчення, а й стимулює вчителя підвищувати майстерність і рівень своєї фахової та методичної підготовки. Сучасні вимоги до вчителя якраз і пов'язані саме з його вмінням кваліфіковано обирати й застосовувати саме ті технології, які повною мірою відповідають як змісту і цілям вивчення конкретної дисципліни та водночас сприяють досягненню цілей гармонійного розвитку учнів, так і з обліком і розвитком їхніх індивідуальних рис особистості.

Зазначимо, що широке запровадження комп'ютерних технологій істотно вплинуло на сам процес опанування знаннями. Нові інформаційні та Інтернет-технології навчання дозволяють інтенсифікувати

освітній процес, збільшити швидкість сприйняття змісту навчальної інформації, поліпшити розуміння та розширити обсяг і глибину засвоєння величезних масивів знань.

Отже, можна стверджувати, що впровадження ІКТ у навчання сприяє повнішому оволодінню учнями всією системою фахових і професійних знань і вмінь, розвиває творчу спрямованість пізнавальної діяльності учнів, допомагає формуванню відповідних професійних та особистісних якостей учня. При цьому використання засобів ІКТ у навчальному процесі загальноосвітнього навчального закладу виступає не тільки самоціллю, а й педагогічно виправданим підходом, що розглядається, насамперед, в аспекті педагогічних переваг порівняно з традиційними технологіями організації самостійної роботи учнів.

Застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні – одна з найбільш важливих і стійких тенденцій розвитку світового освітнього процесу. Використання телекомунікаційних і мережевих технологій спрямовує учнів на свідоме засвоєння знань у процесі виконання завдань фахової спрямованості; підвищує результативність підготовки майбутніх фахівців.

Використання гіпермедійних і мультимедійних технологій забезпечує формування цілісного сприймання і розуміння природних процесів та явищ, вільного доступу до інформаційних джерел, оброблення великих обсягів інформації; дає змогу самостійно досягати навчальних цілей через моделювання процесу розв'язання проблеми, оперативного пошуку інформації у вирішенні навчально-пізнавальних завдань, зокрема у виконанні навчальних проектів, можливості самостійно оцінити оптимальність варіантів їх вирішення.

Впровадження засобів ІКТ у самостійну роботу учнів приводить до суттєвої зміни статусу старшокласника, який активно вчиться вибудовувати власний навчальний процес, визначати індивідуальну траєкторію в освітньому середовищі і стає рівноправним суб'єктом процесу навчання.

Сучасні ІКТ передбачають одержання необхідної наукової інформації, нового знання, тому їх використання в пошуково-дослідницькій діяльності старшокласника є необхідним. У цьому випадку самостійну роботу учня спрямовано на роботу з інформацією, її пошуком, аналізом, структуруванням, трансформуванням у дидактичний продукт. Саме ІКТ автоматизують більшість із цих процесів, полегшують і збільшують ефективність самостійної роботи, можуть допомогти наочно та яскраво представити результати дослідження, втілити їх у безліч навчально-дидактичних програм тощо.

Згідно з законом України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки», одним із основних

напрямів державної політики є розвиток інформаційного суспільства в Україні та впровадження новітніх ІКТ в усі сфери суспільного життя [10].

Нині ІКТ використовуються практично в усіх сферах людської діяльності. На думку академіка М. І. Жалдака [8], широке використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі дає можливість розкрити значний гуманітарний потенціал усіх дисциплін, завдяки формуванню наукового світогляду, розвитку аналітичного і творчого мислення, суспільної свідомості та свідомого ставлення до навколишнього світу.

Дослідники, зокрема М. І. Жалдак, Н. М. Попович [14] та ін., основними педагогічними завданнями використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні визначають:

- підвищення наочності навчального матеріалу та полегшення його сприйняття завдяки компактному і чіткому поданню навчальної інформації;
- розвиток творчого потенціалу суб'єктів навчання, їхніх комунікативних здібностей, умінь експериментально-дослідницької діяльності; культури навчальної діяльності, підвищення мотивації навчання;
- інтенсифікація всіх рівнів навчально-виховного процесу, підвищення його ефективності та якості;
- розширення та поглиблення змісту навчання з дисципліни, що вивчається;
- засвоєння повного спектру понять, операцій і функцій, вільне оперування якими передбачено змістом навчальної дисципліни;
- реалізація соціального замовлення, зумовлена інформатизацією сучасного суспільства¹.

Втім, використання ІКТ у навчанні не обмежується лише розв'язанням зазначених педагогічних завдань, бо воно має необмежені можливості для активізації самостійної пізнавальної діяльності.

При цьому учень поліпшує свої вміння і навички користуватися комп'ютером як засобом діяльності, який допомагає йому вирішувати проблеми, що лежать за межами курсу інформатики. Особливого значення набувають індивідуальні задачі та їх розв'язання з використанням засобів ІКТ.

Широкі перспективи тут відкриваються з впровадженням нових інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Цей творчо-дослідницький компонент самостійної роботи має формуватися, насамперед, із дослідницьких задач, підібраних так, щоб їх розв'язок був якомога наочнішим у використанні комп'ютерних програмних засобів.

¹ Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках фізики: [Посібник для вчителів] / М. І. Жалдак, Ю. К. Набочук, І. Л. Семешук – Костопіль : РВП «Роса», 2005. – 228 с.

Специфічні інструментальні можливості електронно-обчислювальної техніки, спеціальні педагогічні програмні засоби є важливою складовою сучасної методичної системи навчання і визначають ефективність використання комп'ютерів у фізичній освіті. Зміни у змісті, методах та організаційних формах фізичної освіти мають базуватися на інструментальному використанні комп'ютерної техніки для організації навчальної діяльності, зокрема дослідницького спрямування у процесі організації СР [4].

При цьому особливо актуальним стає прищеплення старшокласникам навчок дослідницького підходу до вивчення навколишнього світу з активним використанням засобів ІКТ (планування експерименту, створення теоретичної моделі явища, що вивчається, розроблення математичної моделі явища чи процесу, проведення вимірювань із достатнім ступенем точності, визначення похибок вимірювань, використання у процесі пізнання мікропроцесорної техніки тощо).

Сьогодні існує достатня кількість і постійно з'являються нові пакети прикладних програм (ППП), що є, по суті, математичними пакетами, основною перевагою яких є загальноприйнята математична мова, за допомоги якої здійснюється спілкування в системі «людина – комп'ютер». Такі ППП, як MATHCAD, MATHEMATICA, EUREKA, MATLAB використовуються для математичної підтримки навчального процесу і не вимагають від користувача вміння програмувати, не руйнують обраної вчителем методики навчання. Щодо використання у процесі вивчення загального курсу фізики зазначених і подібних ППП слід сказати, що вони мають великі можливості, але вимагають тривалої підготовки користувача через складні директорії доступу до необхідної для конкретного розрахунку частини системи, громіздкі правила, якими необхідно користуватися в наборі функціональних залежностей, побудові графіків, чисельного оброблення інформації. Тому їх запровадження у практику навчання потребує відповідної підготовки вчителів фізики й математики та постійної допомоги з названої проблеми, особливо це стосується організації самостійної роботи у процесі вивчення фізики.

Початок самостійної навчальної діяльності з використанням засобів ІКТ розпочинається після попереднього проходження учнями стадії репродуктивної діяльності в розв'язуванні навчальних задач із проектування цієї діяльності на можливість застосування засобів ІКТ. При цьому кожний елемент підготовчих етапів може бути розширений. Наприклад, у розв'язуванні задач після аналізу фізичного змісту необхідно звернути увагу на оволодіння такими типами навчальних дій, як перетворення математичних виразів (формул), виведення формул, використання формул.

Аналізуючи власну діяльність, учні повинні вміти скласти алгоритм діяльності, що допомагає їм свідомо вибирати етапи, на яких

вони повинні використовувати засоби математичної підтримки процесу розв'язування задачі, надані ІКТ. Слід звернути увагу також на раціональний бік діяльності під час управління процесом побудови графічного образу, тлумачення графічного уявлення функціональної залежності, тлумачення чисельних результатів, одержаних у ході спостережень, ланцюжка результатів, одержаних під час розрахунків, і т. ін.

Використання ППЗ, здатних візуалізувати досліджувані моделі, є опосередкуванням предметно-маніпулятивного способу аналізу, оскільки дає можливість оперувати відповідними екранними образами. У разі використання педагогічно орієнтованих програмних засобів типу GRAN1, предметами маніпулювання є графіки функцій, що реалізуються (візуалізуються на екрані комп'ютера) конструктором образу на основі створеної ним математичної моделі розв'язування задачі.

Отже, підводячи підсумки науково-методичного аналізу запровадження засобів ІКТ в цілеспрямованій навчальній діяльності учнів для розв'язування фізичних задач і виконання лабораторних практикумів, можемо узагальнити, що використання ІКТ дозволяє розширити можливості навчання курсу фізики, істотно підвищити результативність навчальної діяльності, поглибити розуміння навчального матеріалу, надати навчанню творчо-дослідницького характеру, забезпечити диференціацію навчання, підсилити прикладну значущість результатів навчання фізики за рахунок розширення компоненти навчально-дослідницької діяльності в позаурочний час та у процесі організації СР. Одночасно запровадження засобів ІКТ сприяє: стимулюванню розвитку образно-наочного та абстрактно-логічного мислення завдяки комп'ютерній графіці для візуалізації абстрактних моделей; зміцненню міжпредметних зв'язків на основі використання математичних методів із відповідною комп'ютерною підтримкою; формуванню навичок користувача засобами ІКТ як необхідного елемента, який стає обов'язковим у діяльності людини в умовах сучасного інформатизованого суспільства; розширенню можливостей методики формування фізичних знань і розвитку фізичної освіти завдяки введенню нових методичних підходів до викладання окремих розділів і тем.

2.3. Розвиток навичок самостійної роботи учнів з фізики в мережному просторі

Індивідуальна робота у процесі навчання учнів зводиться до виконання відповідних індивідуальних завдань, що відображають зміст і методику опанування конкретним змістом із навчальної дисципліни і сприяє формуванню окресленого обсягу галузевих знань, умінь і навичок.

У практиці реалізації індивідуальної роботи в навчально-виховному процесі з фізики ІНЗ можуть запроваджуватися для різних дидактичних цілей: з метою самостійного повторення навчального матеріалу, для відпрацювання вмінь і навичок використання опанованого теоретичного матеріалу на практиці, для самостійного розширення і розвитку знань, умінь і навичок та самостійного розвитку окремих особистих якостей майбутнього фахівця, для контролю (самоконтролю) та коригування (самокоригування) набутих знань, умінь і навичок і відповідно вдосконалення і розвитку компетентностей, що формуються при цьому. Звідси випливає, що індивідуальні завдання можуть виступати ефективною формою на різних етапах навчання фізики, включаючи й контроль за самостійною роботою та з'ясування моніторингу рівнів навчальних досягнень.

Такі завдання можуть бути значно об'ємнішими, ніж звичайні домашні завдання у традиційному їх розумінні, охоплювати значно більше матеріалу одного або кількох розділів навчального курсу чи споріднених дисциплін, передбачати застосування учнем набутих інтегрованих знань і практичних навичок. Така форма організації роботи з використанням ІНЗ є найбільш прийнятною для розв'язання проблеми організації та керівництва і для подальшого розвитку самостійної роботи старшокласників; тому, спираючись на дослідження Солдатенка М. М.¹ та Гордієнко Т. П., запропоновано такий підхід до аналізу створеної системи завдань.

1. **Індивідуальне навчально-теоретичне завдання (ІНТЗ)**, яке передбачає глибше теоретичне вивчення проблеми з визначенням того, які властивості, параметри чи особливі характеристики притаманні об'єкту вивчення;

2. **Індивідуальне навчально-експериментальне завдання (ІНЕЗ)**, в ході виконання якого учень передбачає на основі спостереження за явищами та процесами або дослідним шляхом установити певні кількісні та якісні параметри чи відповідні залежності або співвідношення між ними та подати їх у вигляді графічної інтерпретації чи таблиць із результатами виміряних величин, розрахунків та оцінкою похибок вимірювань.

3. **Індивідуальне навчально-дослідницьке завдання (ІНДЗ)**, результати якого мають вагоміше значення, поєднуючи їх у вигляді комплексного дослідницького завдання, наприклад, із метою з'ясування можливостей чіткого спостереження предмета чи визначення параметру в передбачуваних умовах, що фіксуються разом із

¹ Солдатенко М. М. Теорія і практика самостійної пізнавальної діяльності: [монографія] / М. М. Солдатенко – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – 198 с.

досліджуваною фізичною величиною, або в умовах, коли змінними є два чи декілька параметрів (фізичних величин), а вимагається виявити найбільш доцільні, найбільш ефективні чи наближені до оптимальних з відповідними обґрунтованими висновками і пропозиціями.

4. *Індивідуальне навчально-методичне завдання (ІНМЗ)*, приклад якого передбачає оцінювання раніше відомих методичних ідей і рекомендацій або нові бачення, пропозиції чи поради, що в поєднанні з новими розробками і пропозиціями дають можливість, в оптимальному їхньому поєднанні, по-новому розв'язувати актуальні науково-методичні проблеми з окремих питань чи аспектів у дидактиці фізики та ефективного запровадження засобів ІКТ у ході їх вирішення у процесі навчання [16].

Розглянута послідовність і аналіз сутності чотирьох видів ІНЗ уже дає підстави стверджувати, що їх використання у процесі навчання у ЗНЗ, зокрема у процесі організації СРС з фізики, сприяє розвитку НПД учня та його самостійної роботи, яка реалізується на основі її індивідуалізації, що може передбачати і здійснюватися у вигляді цілеспрямованої навчальної діяльності із широким запровадженням відповідних засобів (алгоритмів, схем, інструкцій тощо) і засобів ІКТ, або консультацій вчителя.

Отже, *індивідуальне навчальне завдання (ІНЗ)* — це вид позакласної *самостійної роботи* учня навчального, наукового, навчально-дослідницького та іншого характеру, що реалізується як через *зовнішню* (цільову, предметно-змістовну, процесуальну та оцінювальну компоненти) складову індивідуальної НПД учня, так і через *внутрішню* (особистісну), пов'язану з подальшим розвитком особистісних рис характеру та індивідуальних особливостей особистості учня. Використовується у процесі вивчення програмного матеріалу з конкретної навчальної дисципліни, що завершується оцінюванням (самооцінюванням) із подальшим коригуванням навчальних досягнень учня.

Зміст ІНЗ являє собою завершену теоретичну або практичну роботу в межах навчальної програми курсу, яка виконується на основі знань, умінь і навичок, отриманих у процесі лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять, охоплює декілька модулів або інтегрований зміст одного чи декількох суміжних навчальних курсів у цілому, і сприяє розвитку СР.

При цьому до структури *ІНЗ* включаються: вступ (тема, мета, завдання роботи та основні її положення); теоретичне обґрунтування (виклад базових теоретичних положень, законів, принципів, алгоритмів тощо, на основі яких виконується завдання); методи (вказуються і коротко характеризуються конкретні методи дослідження, методи аналізу, методи навчання); основні результати роботи, що подаються у вигляді конкретних числових даних чи таблиць, схем, графіків,