

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Ю. С. ЖАРКИХ, С. В. ЛИСОЧЕНКО,  
Б. Б. СУСЬ, О. В. ТРЕТЯК**

**КОМП'ЮТЕРНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ  
В ОСВІТІ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**



УДК 004:37.018.43(075.8)

ББК 32.97+215\*74я73

К63

Автори:

Ю. С. Жарких, С. В. Лисоченко, Б. Б. Сусь, О. В. Третяк

Рецензент:

д-р техн. наук, проф., академік НАН України Ю. І. Якименко

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту високих технологій  
(протокол № 3 від 9 листопада 2011 року)*

**К63 Комп'ютерні технології в освіті : навч. посібн. / Ю. С. Жарких, С. В. Лисоченко, Б. Б. Сусь, О. В. Третяк. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 239 с.**

ISBN 978-966-439-544-8

В посібнику, розглянуті і проаналізовані сучасні способи і засоби комп'ютерних технологій в освіті, що дають можливість кардинально підвищити ефективність роботи як викладача, так і студента. Посібник містить значну кількість прикладів електронних навчальних матеріалів, створених в різних програмних середовищах. Значну увагу приділено розгляду систем управління навчанням, складанню тестових завдань, надійності та оптимізації тестів для комп'ютерного тестування знань.

Посібник буде корисним викладачам та студентам вищих навчальних закладів всіх спеціалізацій, що зацікавлені в використанні, самостійному створенні та впровадженні в навчання електронних навчальних матеріалів, систем тестування і управління навчанням, а також широкому колу читачів, що починає знайомитися з тематикою електронного навчання.

**УДК 004:37.018.43(075.8)**

**ББК 32.97+215\*74я73**

Гриф надано Міністерством освіти і науки,  
молоді та спорту України  
(лист № 1/11-14955 від 25.09.2012)

**ISBN 978-966-439-544-8** © Жарких Ю. С., Лисоченко С. В., Сусь Б. Б., Третяк О. В., 2012  
© Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
ВПЦ "Київський університет", 2012

# **ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>Розділ 1</b>	
<b>СПОСОБИ І ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ</b> .....	11
1.1. Електронне навчання (e-Learning).....	11
1.2. Режими проведення навчальної роботи .....	12
1.3. Основні категорії засобів комп'ютерних технологій.....	14
Література до вступу та розділу 1.....	15
<b>Розділ 2</b>	
<b>ЕЛЕКТРОННІ НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ (ЕНМ)</b> .....	17
2.1. Призначення та способи отримання електронних навчальних матеріалів .....	17
2.1.1. Комерційні електронні навчальні матеріали .....	18
2.1.2. Електронні навчальні матеріали відкритого доступу.....	22
2.1.3. Електронні навчальні матеріали власного виробництва навчальних закладів .....	25
2.2. Засоби для створення електронних навчальних матеріалів.....	26
2.2.1. Електронні копії друкованих матеріалів .....	27
2.2.2. Прості програмні засоби для створення електронних навчальних матеріалів .....	31
2.2.3. Засоби створення ЕНМ за шаблонами.....	34
2.2.4. Спеціалізовані програмні пакети для створення електронних навчальних матеріалів .....	36
2.2.5. Міжнародні стандарти .....	37
2.3. Технологія створення ЕНМ.....	38
2.3.1. Робота автора з підготовки навчальних матеріалів підручника .....	39

2.3.2. Внесення до електронних навчальних матеріалів елементів комп'ютерного управління навчанням .....	48
2.3.3. Спільна робота автора, програміста та дизайнера .....	51
2.3.4. Взаємодія автора з програмістом .....	53
2.3.5. Робота дизайнера .....	56
<b>2.4. Приклади підручників, що створені у спеціалізованих і шаблонних програмних середовищах .....</b>	<b>57</b>
2.4.1. Мультимедійний підручник з історії України .....	57
2.4.2. Підручник з фізики .....	60
2.4.3. Підручник – тренажер роботи на комп'ютері .....	63
2.4.4. Підручник шаблонного створення .....	65
<b>2.5. Лабораторні практикуми .....</b>	<b>67</b>
2.5.1. Віртуальні симулятори – аніматори розрахунків .....	69
2.5.2. Віртуальні симулятори – відтворювачі реальних експериментів .....	72
2.5.3. Лабораторні роботи дистанційного керування .....	73
2.5.4. Об'єднання ресурсів навчальних і дослідницьких центрів .....	77
2.5.5. Місце дистанційних практикумів у навчальному процесі .....	80
<b>Література до розділу 2 .....</b>	<b>82</b>
 <b>Розділ 3</b>	
<b>КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ .....</b>	<b>85</b>
3.1. Тестовий принцип установалення рівня знань .....	85
3.2. Комп'ютерне тестування .....	86
3.3. Тестові завдання .....	88
3.3.1. Стандартні форми тестових завдань .....	88
3.3.2. Спеціальні тестові завдання .....	96
3.3.3. Композиція тестових завдань .....	98
3.4. Тести .....	100
3.4.1. Валідність і надійність тесту .....	101
3.4.2. Обсяг і час виконання тесту .....	103
3.4.3. Оцінювання рівня знань за результатами тестування .....	105
3.4.4. Урахування ступеню складності завдань при визначенні оцінки в балах .....	108

<b>3.5. Інтерпретація результатів тестування</b> .....	113
3.5.1. Класична теорія тестування.....	113
3.5.2. Математична теорія тестування.....	116
<b>3.6. Комп'ютерні програми для проведення тестувань</b> .....	128
3.6.1. Вимоги до засобів створення тестових завдань.....	129
3.6.2. Вимоги до засобів проведення тестувань.....	129
3.6.3. Вимоги до функціональних можливостей системи.....	131
3.6.4. Приклади програмних пакетів для впровадження тестувань у навчальний процес.....	132
Література до розділу 3.....	136

## **Розділ 4**

<b>СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ (СУН)</b> .....	140
<b>4.1. Призначення та склад СУН</b> .....	140
4.1.1. Структура програмного пакету.....	140
4.1.2. Взаємодія між блоками.....	142
<b>4.2. Засоби виконання функцій СУН</b> .....	143
4.2.1. Засоби взаємодії із системою управління навчанням (блок I).....	143
4.2.2. Засоби проведення навчально-адміністративної роботи (блок II).....	144
4.2.3. Формати й засоби підтримки електронних навчальних матеріалів (блок III).....	147
4.2.4. Засоби діагностики успішності навчання (блок IV).....	148
4.2.5. Засоби організації взаємодії між учасниками навчального процесу (блок V).....	149
<b>4.3. Мережеві засоби комунікації</b> .....	150
4.3.1. Електронна пошта (e-mail).....	151
4.3.2. Чат (chat).....	152
4.3.3. Форум (forum).....	152
4.3.4. Системи обміну файлами.....	153
4.3.5. Відеоконференція (video conference).....	155

<b>4.4. Особливості систем управління навчанням</b> .....	160
4.4.1. Основні характеристики .....	161
4.4.2. Комерційні та вільно розповсюджені СУН .....	161
<b>4.5. Система управління навчанням Moodle</b> .....	164
4.5.1. Інтерфейс користувача .....	165
4.5.2. Засоби проведення навчально-адміністративної роботи .....	166
4.5.3. Засоби створення й підтримки роботи електронних навчальних матеріалів.....	169
4.5.4. Засоби діагностики успішності навчання.....	176
4.5.5. Мережеві засоби комунікації для проведення навчальної роботи.....	183
4.5.6. Інші характеристики .....	188
<b>Література до розділу 4</b> .....	189

<b>ДОДАТКИ</b> .....	192
----------------------	-----

#### **Додаток 1**

<b>ЗАСОБИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ Й ОБРОБКИ ГРАФІЧНИХ, АНИМАЦІЙНИХ, АУДІО- ТА ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ</b> .....	192
---	-----

<b>Д 1.1. Графічні ілюстративні матеріали</b> .....	192
---	-----

<b>Д 1.2. Комп'ютерні анімації</b> .....	195
--	-----

Д 1.2.1. Двовимірні анімації.....	196
-----------------------------------	-----

Д 1.2.2. Тривимірні анімації.....	197
-----------------------------------	-----

Д 1.2.3. Анімаційні тренажери .....	200
-------------------------------------	-----

<b>Д 1.3. Відео- та аудіозаписи</b> .....	203
---	-----

Д 1.3.1. Відеоматеріали.....	203
------------------------------	-----

Д 1.3.2 Аудіоматеріали.....	203
-----------------------------	-----

#### **Додаток 2**

<b>СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ПРОГРАМНІ СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ (ЕНМ)</b> ..	205
---	-----

<b>Д 2.1. Програмні продукти корпорації Adobe Systems</b> .....	205
---	-----

<b>Д 2.2. Програмні розробки фірми SumTotal</b> .....	212
---	-----

<b>Д 2.3. Особливості застосування програмних середовищ</b> .....	213
---	-----

<b>Додаток 3</b>	
<b>МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ</b>	
<b>ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>	
<b>І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ .....</b>	<b>215</b>
Д 3.1. Міжнародні організації – розробники стандартів .....	215
Д 3.2. Складові стандарти SCORM .....	217
Д 3.2.1. Content Aggregation Model (CAM) .....	217
Д 3.2.2. Run-time Environment.....	219
Д 3.2.3. Sequencing and Navigation.....	221
Д 3.3. Взаємодія між стандартизованими	
компонентами СУН.....	222
<b>Додаток 4</b>	
<b>КОРЕГУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕСТУВАННЯ, ЩО ОДЕРЖАНІ</b>	
<b>ЗА ДИХОТОМІЧНИМ І ПОЛІТОМІЧНИМ ПРИНЦИПАМИ.....</b>	<b>225</b>
Д 4.1. Дихотомічне оцінювання.....	225
Д 4.2. Політомічне оцінювання .....	226
<b>Додаток 5</b>	
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕСТІВ</b>	
<b>ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОДЕЛІ РАША .....</b>	<b>229</b>
Д 5.1. Виявлення неякісних завдань	
за допомогою характеристичних кривих.....	229
Д 5.2. Оптимізація наповнення тесту	
завданнями різної складності .....	232
Література до додатків .....	235

## ВСТУП

oooooooo

У житті людини існує період, протягом якого вона здобуває освіту. За цей час відбувається засвоєння певного обсягу знань, накопичених попередніми поколіннями. При цьому період навчання стає все більшим. По-перше, це пов'язане з невинним зростанням обсягу знань, по-друге, – із тим, що розвиток технологій навчання не відповідає швидкості зростання обсягу та рівню накопичуваних знань. Нині на отримання загальної середньої освіти потрібно витратити до одинадцяти років, ще близько шести – йде на здобування спеціалізованої вищої освіти й ще до 3–4 років може зайняти навчання в аспірантурі. Таким чином, період здобування освіти становить істотну (до 20 років) частину життя людини. У той самий час науково-технічний прогрес спричиняє лавинне зростання обсягу та рівня знань, опанування якими лише за рахунок збільшення тривалості навчання вже стає неможливим. Одним із шляхів розв'язання проблеми є впровадження в освіту інноваційних технологій, які дозволяють істотно підвищувати ефективність навчального процесу та передавати знання без збільшення періоду навчання [1–5].

Між тим інструментальна й методична складові технологій навчання тривалий час залишалися практично незмінними.

В античні часи вчитель проводив бесіду з учнями, рисуєчи прутиком на піску (рис. 1). Цей спосіб ілюстрування лекційного матеріалу фактично зберігся до наших днів. Різниця лише в тому, що замість прутика використовують крейду, яка залишає слід на дошці. Поступово в навчанні почали використовувати й інші технології, які виникали в процесі розвитку науки й техніки.





**Рис. 1. Афіньська школа –  
фрагмент фрески Рафаеля**

Стрімке зростання науково-технічних досягнень почалося із середини XIX ст. За цей час були винайдені фотографія, кінематограф, телефон, телеграф, радіо, телебачення, комп'ютер. Усі ці засоби зберігання й обробки інформації знайшли застосування у навчальному процесі:

- спеціальна й надшвидкісна фотографії дали можливість ілюструвати унікальні природні явища (рис. 2) [6];

- навчально-наукові фільми показали настільки високу ефективність у поданні навчального матеріалу, що спричинили створення кіностудій у великих навчальних закладах (рис. 3);

- засоби зв'язку стали інструментами заочного навчання: для читання лекцій із різних спеціальностей використовуються навчальні програми радіо- та телемовлення [8, 9] (рис. 4).



**Рис. 2. Надшвидкісна  
фотографія  
розльоту рідини  
після падіння краплі**

Особливе місце в сучасній системі навчання займають комп'ютерні технології. Вони створюють умови не тільки для реалізації можливостей усіх перелічених вище засобів, але й для їх істотного розширення. Це пов'язане зокрема з тим, що комп'ютеризовані навчальні матеріали створюються засобами мультимедіа з використанням аудіо- та відеосупроводу, анімації, мультиплікації тощо. Такі матеріали можуть бути інтерактивними: надаючи доступ до навчальної інформації, вони взаємодіють зі студентом і корегують його навчально-пізнавальну діяльність. Важливо, що комп'ютерні навчальні матеріали можна пересилати через телекомунікаційні мережі, що, зокрема, дало можливість організувати нову форму освіти – дистанційне навчання [10-13].

**Дистанційне навчання** (ДН) є однією з форм здобування освіти, яка практично повністю базується на застосуванні комп'ютерних технологій. Але ці самі технології використовуються й у традиційних формах навчання (денному, вечірньому, заочному). Тому в загальному випадку способи навчання із використанням інформаційно-комунікаційних технологій називають *комп'ютерним* або *електронним навчанням* (*Computer Based Training, e-Learning*) [14–17] (рис. 5).



**Рис. 3. Блискавка в лабораторії.**  
Кадр із фільму [7]



**Рис. 4. Телеуроки для школярів**



**Рис. 5. Вивчення електронного курсу**

# Розділ 1

## СПОСОБИ І ЗАСОБИ

### КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ

oo

#### 1.1. Електронне навчання (e-Learning)

Впровадження комп'ютерних технологій до навчального процесу звичайно проводять за допомогою спеціальних підрозділів (центрів, відділів, лабораторій), створених у навчальному закладі. Одним із основних завдань такого підрозділу є підтримка роботи та наповнення навчальними матеріалами потужного комп'ютера – навчального сервера, який також поєднує локальні мережі навчального закладу з науково-освітніми мережами.

Оскільки комп'ютерні мережі поширені всім світом, то доступ до сервера навчального закладу може бути отриманий із різних географічних точок. Саме ця можливість покладена до основи способу навчання студентів через комп'ютерні мережі. Такий вид навчання дістав назву **Дистанційне навчання** (*Distance Learning*). Однак це поняття пов'язано не тільки з навчанням студентів, що перебувають далеко за межами навчального закладу (дистанційні студенти). Використовувати освітні можливості сервера навчального закладу можуть також студенти денного й вечірнього відділень (локальні студенти). Вони, в принципі, працюють із сервером також дистанційно. У цьому розумінні різниця між локальним і дистанційним студентом визначається лише довжиною телекомунікаційної лінії зв'язку із сервером у комп'ютерній мережі. Нині, завдяки високій швидкості передавання інформації у сучасних комп'ютерних мережах, віддаленість сервера практично не відчувається студентами. Тому при використанні комп'ютерних технологій, навчання не слід розділяти на локальне або дистанційне, беручи до уваги тільки географічну віддаленість. Основним у такому поділі є відмінність

способів проведення навчального процесу. Денна форма навчання використовує комп'ютерні технології як допоміжний засіб навчання, наприклад для позааудиторної самостійної роботи або проведення тестування рівня знань. Основна навчальна робота проводиться за безпосереднього контакту студента з викладачем на лекціях, семінарських і практичних заняттях. Дистанційна ж форма навчання переважно базується на використанні комп'ютерної системи для взаємодії студента з викладачем і роботі з навчальними матеріалами.

В організованому навчальному процесі можна виділити три основні складові: лекції, практичні заняття, контроль. *Лекції* призначені для послідовного подання теоретичного матеріалу відповідно до навчальної програми. *Практичні заняття* на семінарах, у навчальних практикумах і лабораторіях дають можливість набути навичок використання теоретичних знань. *Контроль* необхідний для встановлення ступеня засвоєння вивченого матеріалу й планування наступної роботи над помилками й недоліками. Природно, що ці три складові застосовують й при електронному способі навчання.

## 1.2. Режими проведення навчальної роботи

Важливою особливістю електронного навчання є те, що його можна проводити у двох режимах: синхронному й асинхронному.

**Синхронним** називають режим навчання, за якого учасники навчального процесу (студент–викладач, студент–студент) працюють одночасно. Прикладом синхронного режиму інформаційної взаємодії є телефонна розмова. При синхронному навчанні учасники одночасно перебувають на лінії зв'язку, тому такий режим взаємодії часто називають режимом *on-line*. Найпоширенішим способом проведення навчання у синхронному режимі є відеоконференція [18, 19].

**Асинхронним** називають режим навчання, при якому робота викладача й студента може відбуватися в різний час. Студент працює з навчальними матеріалами й проходить тестування рівня

знань у будь-який зручний для нього час, а викладач може аналізувати результати роботи студента в інший час. Оскільки при цьому учасники навчального процесу не перебувають у прямому комунікаційному зв'язку, такий режим називають *off-line*.

Асинхронний режим широко використовують при проведенні дистанційного навчання. Такий вид навчання часто вибирають люди, вже зайняті в якійсь сфері діяльності (напр., робота на виробництві, служба в армії). Вони мають можливість навчатися тільки тоді, коли випадає вільний час. До того ж, застосування асинхронного режиму розв'язує проблему взаємодії з викладачем студентів, які перебувають у різних географічних точках зі значним часовим зсувом.

При асинхронному навчанні викладач аналізує й оцінює роботу студента за мірою опанування ним навчального матеріалу. Відповідно до результатів такого контролю проводиться корегування навчально-пізнавальної діяльності студента. При використанні такої технології студент сприймає навчання так, наче викладач працює з ним індивідуально.

Істотно збільшує ефективність навчального процесу колективна робота студентів і викладача. Вона організується викладачем при проведенні семінарів, колоквіумів, конференцій. Найважливішим елементом колективної взаємодії є активне обговорення навчального матеріалу за участі всіх студентів. У дискусії студенти пропонують своє, часом несподіване, бачення предмету розгляду. Деякі студенти можуть задавати питання, які в інших навіть не виникали. Результатом такого різнобічного обговорення є глибше розуміння предмету студентами, ніж при вивченні цього матеріалу лише на лекції. Крім того, під час колективної роботи студенти отримують уявлення про порівняльну оцінку свого рівня знань у групі. Це має стимулювати роботу студентів, що відстають в навчанні.

Індивідуальне й колективне навчання студентів проводиться як у синхронному, так і в асинхронному режимах.

### 1.3. Основні категорії засобів комп'ютерних технологій

У комп'ютерних технологіях є широкий спектр засобів для використання їх у навчальному процесі. Всі вони можуть бути поділені на три основні категорії, на базі яких організовується система електронного навчання:

- електронні навчальні матеріали (ЕНМ);
- комп'ютерні тестові системи (КТС);
- системи управління навчанням (СУН).

**Електронні навчальні матеріали** формують інформаційне наповнення навчального предмета (*e-content*). До цих матеріалів належать:

- електронні підручники та матеріали лекцій;
- електронні методичні розробки до семінарів, практичних і лабораторних занять;
- бази даних і знань (закони, картографічні дані, міжнародні стандарти та системи тощо);
- засоби для набуття практичних навичок (віртуальні та дистанційні лабораторії, практикуми, комп'ютерні тренажери).

**Комп'ютерні тестові системи** надають інструментарій для:

- потокового та рубіжного контролю результатів засвоєння матеріалу (атестації, колоквиуми, заліки, іспити);
- проведення контрольних робіт за матеріалами лекцій і семінарів;
- контролю підготовки до лабораторних і практичних занять;
- самоконтролю знань в інтерактивному режимі;
- визначення рейтингу студентів.

**Системи управління навчанням** призначені для організації навчального процесу, а саме:

- проведення навчально-адміністративної роботи (створення навчальних груп, організація розкладу занять і навчальних планів);
- надання контрольованого доступу до навчальних матеріалів;
- організації колективної й індивідуальної роботи студентів і викладача.

Кожна з цих категорій засобів може застосовуватися окремо. Наприклад, маючи CD-копію електронного підручника, студент користується нею без застосування комп'ютерної тестової системи й системи управління навчанням. Так само можна використовувати комп'ютерну тестову систему при встановленні її у спеціальному класі для проведення оцінювання знань студентів. Нарешті, систему управління навчанням можна використати для виконання лише адміністративних функцій електронного деканату без зв'язку із навчальними матеріалами й тестами.

Однак застосування зазначених категорій засобів стає значно ефективнішим при їх взаємодії. У цьому випадку вони утворюють повнофункціональну систему управління навчанням.

### **Література до вступу та розділу 1**

1. Жарких, Ю.С. Застосування комп'ютерних технологій у навчанні / Ю.С. Жарких // Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Наукові Записки. – Т. IX: радіофізичний ф-т, військовий ін.-т. – 2005. – С. 42-47.

2. Жарких, Ю.С. Засоби для створення електронних підручників і систем контролю знань / Ю.С. Жарких, Ю.В. Рудник, О.П. Сегеда, О.В. Третяк // Нові інформаційні технології навчання в навчальних закладах України // Фізико-математичні, технічні, економічні науки та інформатика. – 2001. – №7. С.164-166.

3. Жарких, Ю.С. Программные средства для компьютерных технологий в образовании / Ю.С. Жарких, Ю.В. Рудник, О.В. Третяк // Новый Коллегиум. – 2002. – №1. – С.41-45.

4. Мельник, Л.Г. На пороге информационного общества / Л. Г. Мельник // Социально-экономические проблемы информационного общества. – Сумы : ИТД "Университетская книга", – 2005. – 430 с.

5. Соловов, А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология / А.В. Соловов // Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.

6. Ray, S. F. High speed photography and photonics. / S. F. Ray // Oxford, UK : Focal Press, – 1997. – 402 с.

7. Россия РТР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.rtr-planeta.com/> – Название с экрана.

8. Андреев А.А. Применение телекоммуникаций в учебном процессе / А.А. Андреев // М. : ВУ, – 1998. – 298 с.

9. Офіційний сайт каналу 1+1 [Електронний Ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://www.1plus1.ua/> – Назва з екрану.

10. Соловов, А.В. Организационные аспекты электронного дистанционного обучения / А.В. Соловов // Высшее образование в России. – 2007. – № 12. – С. 89-94.

11. Communication from the Commission: E-Learning – Designing Tomorrow's Education. Brussels: European Commission. CrossRef [Electronic Resource]. – Mode of access: URL : <http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/comen.pdf> / – Title from the screen.

12. E-Content: Technologies and Perspectives for the European Market. [Eds.: Bruck, P.A.; Buchholz, A.; Karssen, Z.; Zeffass, A.] – Berlin : Springer-Verlag, 2005. – P.79-96.

13. Allen, I.E. (November 2008). Staying the Course: Online Education in the United States / I. E. Allen, J. Seaman. Needham MA Sloan Consortium, 2008. Mode of access: URL : <http://www.sloan-c.org/publications/>– Title from the screen

14. Дистанційне навчання / В.М. Кухаренко, О.В. Рибалко, Т.О. Олійник, М.В. Савченко. – Х. : ХДПУ, 1999. – 216 с.

15. Андреев, А.А. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. / А.А. Андреев, В.И. Солдаткин. – М. : МЭСИ, 1999. – 196 с.

16. Liu, G.Z. A Key Step to Understanding Paradigm Shifts in E-learning: Towards Context-Aware Ubiquitous Learning, / G.Z. Liu, G.J Hwang // British Journal of Educational Technology. – 2010. – V.41. – № 2 – P. E1-E9.

17. Дистанционное обучение, e-learning, СДО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL : <http://www.distance-learning.ru/> – Название с экрана.

18. Wolfe, M. Broadband Videoconferencing as Knowledge Management tool / Mark Wolfe // Journal of Knowledge Management. – 2007. – V. 11. – № 2. – P.118-138.

19. Ferran, C. Videoconferencing in the field: A Heuristic Processing Model / Carlos Ferran, StephanieWatts // Management Science. – 2008. – V. 54. – № 9. – P.1565-1578.

□□□□□



## Розділ 2

# ЕЛЕКТРОННІ НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ (ЕНМ)

oo

### 2.1. Призначення та способи отримання електронних навчальних матеріалів

Навчальні матеріали зараховують до електронних, якщо їх інформаційне наповнення записане на електронних носіях пам'яті та може бути відтворене тільки за допомогою спеціальних електронних пристроїв. У такому формулюванні ЕНМ можна вважати також і магнітофонні записи уроків іноземної мови в лінгафонному кабінеті. Однак у сучасній термінології поняття *електронний* насамперед пов'язують із застосуванням комп'ютерної техніки, наприклад: електронна пошта (*e-mail*), електронна бібліотека (*e-library*), електронне навчання (*e-learning*) тощо. Оскільки ЕНМ призначені для наповнення комп'ютерних навчальних центрів змістовною інформацією, їх називають *електронним наповненням (e-content)*. Запис і відтворення таких навчальних матеріалів здійснюється за допомогою комп'ютерної техніки, наприклад з використанням компакт-дисків (CD) й у форматі, що підходить для використання в електронних мережах.

У навчальному процесі застосовують ЕНМ різного призначення:

- **електронні підручники, посібники та матеріали на основі конспектів лекцій** для вивчення теоретичних положень предмету, що вивчається;
- **електронні методичні розробки** для підготовки до семінарських, практичних і лабораторних занять;
- **віртуальні та дистанційні лабораторні роботи** для формування дослідницьких умінь і підтвердження теоретичного матеріалу на практиці;

▫ **комп'ютерні тренажери** для відпрацювання навичок, які необхідні в обраному напрямі діяльності (напр., управління технологічними процесами, керування літаком тощо);

▫ **електронні довідники, словники, перекладачі та бази даних**, які використовуються у процесі навчання.

Електронні навчальні матеріали, залежно від їх призначення та особливостей функціонування, звичайно створюються за допомогою різних програмних засобів.

Важливо зазначити, що ЕНМ є *основним засобом* навчальних комп'ютерних технологій. Це впливає принаймні із того, що сервер із системою управління навчанням (СУН) не знаходить використання, поки не буде наповнений електронними навчальними матеріалами. І навпаки, ЕНМ можуть бути ефективно використані навіть за відсутності інших категорій засобів комп'ютерних технологій навчання. Наприклад, CD-версією підручника з англійської мови можна скористатися на будь-якому персональному комп'ютері без під'єднання до комп'ютерної мережі.

Існують такі шляхи отримання електронних навчальних матеріалів:

- придбання ЕНМ виробництва комерційних фірм;
- отримання ЕНМ із відкритих джерел в Інтернеті;
- створення ЕНМ власними силами навчального закладу.

Розглянемо деякі особливості ЕНМ різного походження та їх застосування.

### **2.1.1. Комерційні електронні навчальні матеріали**

На ринку програмних продуктів пропонується багато ЕНМ виробництва фірм, що спеціалізуються на розробці контенту. Комерційні фірми високого рівня мають потужну виробничу базу: сучасну комп'ютерну техніку та програмне забезпечення, студії аудіо- та відеозапису, на яких працюють висококваліфіковані програмісти, режисери, сценаристи. Ці фірми здебільшого спеціалізуються на складних у розробці та виготовленні ЕНМ. Наприклад, створюють електронні підручники, насичені мультимедійними засобами подання інформації, такими як анімація,

комп'ютерна графіка, звуковий супровід тощо. Підручники мають якісне художнє оформлення, містять системи пошуку та управління вивченням навчального матеріалу. До складних ЕНМ, які створюють професійні контент-розробники, належать також віртуальні лабораторні практикуми та комп'ютерні тренажери. Очевидно, що виготовлення складних ЕНМ пов'язане з великими виробничими витратами. Тому комерційні електронні навчальні матеріали зазвичай мають значну вартість. Незважаючи на велику привабливість комерційних ЕНМ, вони не знаходять широкого застосування в навчальних закладах з обмеженими фінансовими можливостями.

Для збільшення попиту на ЕНМ комерційні контент-розробники шукають шляхи зниження вартості виробництва. Найпростішим шляхом досягнення цієї мети є підвищення тиражу. Це, у свою чергу, визначає тематичний вибір комерційних електронних навчальних матеріалів. Великими тиражами має сенс випускати ЕНМ, якими користуватиметься значна кількість навчальних закладів. Наприклад, електронні підручники із загальноосвітніх дисциплін для середньої школи, посібники із загальної фізики, хімії, географії, геології для вищих закладів освіти. Дуже ефективні й користуються попитом ЕНМ, призначені для вивчення іноземних мов.

Широкі можливості комерційного підручника можна проілюструвати на прикладі повного мультимедійного курсу вивчення англійської мови "English Discoveries". Курс розроблено компанією EduSoft [1] й видано спільно з компанією Berlitz International. Цей навчальний курс являє собою серію із 12 навчальних модулів, розрахованих на вивчення англійської мови, починаючи зі старшого шкільного віку. Інструментарій курсу спрямований на оволодіння мовою на базовому рівні. Для цього використовуються:

**1. Вправи на розвиток навичок читання** текстів різних типів (наукової й художньої літератури, ділових документів). Під час читання проводиться звукозапис для порівняння власної вимови з вимовою носіїв мови.

**2. Вправи на набуття навичок письма** для опису різних подій, складання звітів, проведення ділового листування. Основна увага приділяється засвоєнню правил граматики.

**3. Вправи на набуття навичок спілкування** у реальних життєвих ситуаціях. Для відпрацювання вимови у підручнику використовується аналізатор звукового спектра. Учень чи студент можуть порівнювати звукові спектри вимовлених слів і прагнути до їхнього співпадіння з еталонним спектром.

**4. Вправи на сприйняття** усного спілкування при проведенні діалогів, телефонних розмов, перегляді телепрограм. У підручнику є вправи на різні варіанти такого спілкування.

Вигляд типових навчальних сторінок курсу зображено на рис. 2.1 і 2.2.



**Рис. 2.1.** Титульна сторінка курсу – інтерфейс управління навчанням

Навчальних матеріалів у курсі достатньо для проведення занять протягом 1200 годин. Запропонований такий значний обсяг матеріалів тому, що передбачається його використання учнями чи студентами з будь-яким початковим рівнем знання мови (від нульового до базового). Тому, залежно від його початкового рівня, учень чи студент вивчають лише необхідну частину матеріалу.



**Рис. 2.2. Вигляд окремих сторінок з розділу "Розмови"**

Підручник видається на компакт-дисках (CD) у двох версіях:

- для самостійного навчання зі встановленням на одному персональному комп'ютері;
- для колективного навчання під керівництвом викладача.

При використанні першої версії користувач сам обирає теми й темп вивчення матеріалів курсу.

В другій версії навчання проходить за планом, що заданий викладачем. Підручник устанавлюють на сервері, до якого може бути підключена певна кількість клієнтських місць, відповідно до придбанної ліцензії (від кількості ліцензійних місць залежить вартість підручника). В цій версії підручника є система управління навчанням "Teacher's Management System", за допомогою якої викладач керує роботою студентів. Він може спостерігати за вивченням матеріалу; планувати уроки для групи та окремих студентів; одержувати звіти, що містять результати вправ, тестів і час роботи над курсом.

Таким чином "English Discoveries" поєднує якості навчального посібника, тренажера й системи управління навчанням. Користуючись інтерактивними мультимедійними засобами, студенти можуть практикуватися в читанні, письмі, вимові та сприйнятті мови на слух. У цьому курсі особлива увага звернена на мистецтво спілкування, пропонуються сотні діалогів та ігрових вправ.

Навчальні матеріали містять велику кількість ілюстрацій, фотографій і кольорової графіки з високою роздільною здатністю. Тут представлені відеофільми кінематографічної якості, анімації, мова й музика в цифровому запису. Комерційні контент-розробники пропонують також ефективні комп'ютерні тренажери та віртуальні лабораторні роботи.

### 2.1.2. Електронні навчальні матеріали відкритого доступу

В Інтернеті можна знайти багато електронних навчальних матеріалів, відкритих для вільного використання, що виготовлені переважно в навчальних закладах і центрах дистанційного навчання.

**Відеолекції.** Масачусетський технологічний інститут відкрив вільний доступ до бібліотеки своїх ЕНМ [2]. Крім лекційних матеріалів і підручників тут також можна отримати доступ до відеозаписів лекцій викладачів інституту. Вигляд типових матеріалів відеолекторію демонструє рис. 2.3.

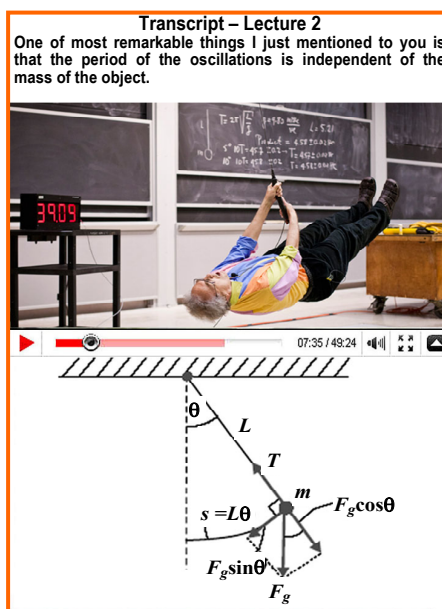


Рис. 2.3. Фрагменти навчального матеріалу відеолекції з фізики (розділ "Механіка")

**Віртуальні лабораторні роботи та демонстрації.** В Інтернеті можна знайти віртуальні лабораторні роботи та практикуми з вільним доступом. Наприклад, відкриті для безплатного користування програми віртуальних симуляторів лабораторних робіт з хімії [3-6] і біології [7]. Такі практикуми можуть бути використані для навчання студентів, що вивчають природничі дисципліни [8].

Студентам, що вивчають дисципліни гуманітарного профілю, допоможуть в навчанні Інтернет-ресурси мистецького спрямування. Наприклад, компанія Google запустила онлайн-проект "Google Art Project", який дає можливість будь-якому охочому побувати на віртуальній екскурсії у всесвітньо відомих музеях [9]. Наразі до проекту включені: Музей сучасного мистецтва в Нью-Йорку, Третьяковська галерея, Версаль, Центр мистецтв королеви Софії у Мадриді, Національна галерея в Лондоні, Ермітаж, Музей Ван Гога в Амстердамі тощо (разом 17 музеїв).

У ресурсі Google Art Project відтворені графічні 3D-зображення залів музею із вмонтованими електронними копіями картин (рис. 2.4).



**Рис. 2.4. Вигляд зали віртуального музею**

Відвідувач може відчувати себе в різних точках залу та музею, керуючи "рухом" за допомогою кнопки навігації у лівій верхній частині зображення. Поряд розташована кнопка управління розміром зображення. Якщо відвідувач хоче ретельно роздивитись картину, він клацає мишкою на позначці [+] біля обраного полотна, і воно подається на весь екран (рис. 2.5). Електронні копії картин мають дуже високу якість відтворення. На них можна розрізнити деталі, які неможливо помітити неозброєним оком за звичайного відвідування музею. Крім самих картин, надається їх опис та інформація про художника.



Рис. 2.5. Холбейн Ганс. Посли (Національна Галерея, Лондон)

**Навчальні комп'ютерні мережі.** Сучасні навчальні ресурси не тільки надають доступ до ЕНМ, але також мають засоби для планового проведення навчання. Ресурс побудовано так, що між його користувачами утворюються зв'язки. Вони формують спеціалізовану комп'ютерну мережу конкретного навчального призначення. Такі мережі, в яких користувачі об'єднуються за інтересами й базуються на спілкуванні та інтелектуальних внесках користувачів, часто називають соціальними [10]. Прикладом успішної соціальної мережі для вивчення іноземних мов і міжнародного спілкування є ресурс Livemocha [11]. Ресурс може бути використаний для вивчення більш ніж 38 мов, їх кількість постійно збільшується. Мережа пропонує як платні, так і безплатні уроки та сервіси.

Цю популярну соціальну мережу вважають першою, що поєднує розміщення навчальних матеріалів із наданням можливості спілкування студентів, що вивчають іноземні мови в глобальному Інтернет-співтоваристві. Сайт Livemocha створено з використанням технології Веб 2.0. У 2011 р. на сайті було зареєстровано більше 8 млн учасників. Livemocha використовує так звану методику **суспільного вивчення** (*community language learning*), при якій студент вивчає мову не тільки при виконанні



різних вправ, але й за допомогою спілкування з іншими користувачами мережі. Величезна роль надається взаємодопомозі, коли носії мови виступають консультантами. Мовні навички студенти отримують, спілкуючись у голосовому чаті чи в режимі відеоконференції. Студенти Livemocha розміщують на сайті інформацію про себе разом із фотографією в анкетах користувачів для своїх співрозмовників.

Для вивчення мови Livemocha пропонує курси чотирьох рівнів, кожен з яких складається з розділів та уроків із письмовими вправами, текстами для читання та завданнями усного мовлення. У письмових вправах необхідно відповісти на запитання або написати короткий твір на задану тему, в усних – прочитати готовий текст або зробити переказ. Після цього вправи оцінюються користувачами, які є носіями мови та можуть не тільки виставити оцінки від 1 до 5, але й залишити докладний коментар.

Для прикладу на рис. 2.6 показано вправу з граматики португальської мови, в якій із запропонованих елементів необхідно побудувати речення зі слів у правильному порядку, а саме назвати колір зображеного автомобіля.



Рис. 2.6. Вправа з граматики португальської мови в Livemocha

### 2.1.3. Електронні навчальні матеріали власного виробництва навчальних закладів

Комерційними й відкритими ЕНМ не можна повністю забезпечити проведення навчального процесу у вищому навчальному закладі. Це зумовлено принаймні двома причинами. *Перша* – пов'язана з тим, що різні навчальні заклади мають свою специфіку навчальних програм і вимог до рівня знань студентів. У лекціях, навіть при однакових навчальних програмах, різні ви-

кладачі використовують свої підходи до розкриття теми. Вони комбінують навчальні матеріали з різних джерел. Малоімовірно знайти готовий електронний підручник, який би відповідав і специфіці навчального закладу, і творчому підходу лектора. Більш реально виготовити такий підручник у самому навчальному закладі за особистої участі викладача.

*Друга причина* стала актуальною при організації повністю дистанційного навчання студентів за обраною спеціалізацією. У цьому випадку необхідний *повний набір* електронних навчальних матеріалів: підручники всіх загальноосвітніх курсів із певної спеціальності, електронні версії спеціальних курсів, методичні розробки й віртуальні практикуми. При цьому потрібно, щоб ЕНМ доповнювали один одного за змістом і, бажано, були узгоджені за формою (елементи управління, графіка, позначення тощо). Це полегшує роботу студента при переході до кожного нового підручника курсу. Практично неможливо зібрати повний набір таких навчальних матеріалів стороннього виробництва, який би цілком відповідав вимогам навчального закладу.

Для наповнення електронної бібліотеки навчальними матеріалами власного виробництва використовують усі доступні способи їхнього створення. Найпростіші підручники можуть бути зроблені викладачем при використанні розповсюдженого текстового редактора (напр., Word). Складні мультимедійні ЕНМ створюють фахівці з комп'ютерних технологій у тісній співпраці з викладачем.

## **2.2. Засоби для створення електронних навчальних матеріалів**

Електронні навчальні матеріали відрізняються за такими властивостями:

- технологічна складність створення;
- насиченість засобами відображення інформації;
- спосіб доставки до користувача;
- наявність засобів взаємодії із системами управління навчанням;
- відповідність стандартам.

Розглянемо ЕНМ, які можуть бути виготовлені в навчальному закладі, у порядку підвищення їх технологічної складності.

### 2.2.1. Електронні копії друкованих матеріалів

Простий та ефективний спосіб наповнення бібліотеки ЕНМ – це створення електронних копій (*e-copy*) з наявних навчальних матеріалів на твердих носіях (*hardcopy*). До них належать, наприклад друковані або рукописні тексти, фотографії, рисунки на папері, плівці або іншій твердій основі. Електронні копії виготовляють за допомогою сканерів, які перетворюють оптичне зображення об'єкта на послідовність електричних сигналів, що записуються в комп'ютерних пристроях пам'яті. Формат запису обирають таким, що дає можливість подальшої обробки зображення об'єкта сканування за допомогою відповідного програмного забезпечення. Найбільшого поширення при створенні електронних підручників набув формат PDF (*Portable Document Format*), розроблений і підтримуваний компанією Adobe Systems. Він відповідає міжнародним стандартам (ISO 32000-1), тому створення файлів PDF можливе у багатьох стандартизованих текстових редакторах: Open Office, Word Perfect, Microsoft Office (за допомогою безоплатного плагіну від Microsoft). Перегляд файлів PDF підтримується програмою Adobe Acrobat Reader. Рис. 2.7 демонструє вигляд сторінки лекційного матеріалу вільного доступу у форматі PDF, яким супроводжується відеолекція в Массачусетському технологічному інституті [2].

### Change in Magnitude of Velocity: Uniform Circular Motion

Change in velocity:

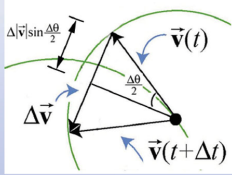
$$\Delta \vec{v} = \vec{v}(t + \Delta t) - \vec{v}(t)$$

Magnitude of change in velocity:

$$|\Delta \vec{v}| = 2v \sin(\Delta\theta / 2)$$

Using small angle approximation

$|\Delta \vec{v}| \cong v\Delta\theta$



The diagram illustrates uniform circular motion. A particle moves along a circular path. At two different times,  $t$  and  $t + \Delta t$ , its velocity vectors  $\vec{v}(t)$  and  $\vec{v}(t + \Delta t)$  are shown as blue arrows tangent to the path. The angle between these two vectors is  $\Delta\theta$ . A vector triangle is formed by  $\vec{v}(t)$ ,  $\vec{v}(t + \Delta t)$ , and their difference  $\Delta \vec{v}$ . The magnitude of the change in velocity is labeled as  $|\Delta \vec{v}| \sin \frac{\Delta\theta}{2}$ .

Рис. 2.7. Сторінка лекційного матеріалу у форматі PDF

Видно, що копія, крім тексту, відображає ілюстративний матеріал. Фактично вона є копією сторінки у цифровому форматі. Це позитивна властивість PDF, оскільки при формуванні копії сторінки немає потреби в застосуванні додаткових програмних засобів для створення рисунків, фотографій, графіків, таблиць.

Загалом кажучи, традиційні підручники на твердих носіях більш комфортні для сприйняття, ніж їхні електронні копії на дисплеї комп'ютера. *Принциповою* ж перевагою електронних копій є те, що вони допускають пересилання їх комп'ютерними мережами. Завдяки цьому при розміщенні електронної копії на навчальному сервері вона може бути використана як ЕНМ за дистанційної форми навчання. Студенти інших форм навчання також можуть використовувати електронні копії підручників: для користування підручником не обов'язково йти до бібліотеки або читальної зали, можна отримати доступ до підручника з будь-якої зручної точки комп'ютерної мережі. Користування електронною копією також стає нагальною необхідністю, якщо у бібліотеці не залишилось вільних примірників. Електронні копії підручників фактично розширюють наклад оригінального видання. У цьому випадку можуть бути порушені авторські права тих, хто створив підручник. Тому при користуванні електронними копіями підручників треба вживати заходів, які б сприяли дотриманню авторського законодавства. Найпростіший спосіб – обмеження доступу до електронних копій. Наприклад, згідно з умовами автора, одні електронні матеріали можуть бути доступними лише в локальній комп'ютерній мережі окремої аудиторії, інші – у ширшій мережі всього навчального закладу, а решта – перебувати у вільному доступі через Інтернет. Зазвичай методичні розробки, конспекти власних лекцій викладачів, а також книги, підручники, задачники, довідники сторонніх авторів доступні лише в локальній комп'ютерній мережі навчального закладу. У відкритому доступі перебувають матеріали, з яких потенційний студент може отримати тільки уявлення про профільну підготовку в навчальному закладі, програми навчальних курсів, матеріали про концептуальний підхід до навчання тощо.

Технологію створення електронних копій застосовують не тільки для створення ЕНМ. Вона має виняткове значення для

комплектування депозитаріїв електронних копій об'єктів унікальної історичної й культурної цінності. Прикладом такого депозитарію є "Світова цифрова бібліотека" [12]. Тут зібрані електронні копії стародавніх книг, творів мистецтва й архітектури.

Електронні депозитарії унікальних об'єктів дають можливість кардинально розв'язати проблему доступу до них великої кількості дослідників та уникнути пошкоджень об'єктів. Розглянемо приклад стародавніх книжкових видань. У бібліотеках для таких видань створюють особливі умови зберігання. Вони перебувають у спеціальному приміщенні, де підтримуються постійні температура й вологість. Доступ до них дуже обмежений щонайменше з двох причин: при кожному контакті з читачем, навіть за обережного поводження, книга зазнає невеликих пошкоджень; необхідне виконання умов безпеки високого рівня, оскільки раритети мають велику матеріальну цінність. Обидва обмеження знімаються при використанні електронної копії книги. Тому в бібліотеках створюють електронні депозитарії закритих фондів раритетних книг. За вільного доступу до цих фондів фахівці можуть ознайомитися з раніше практично недоступними виданнями, створювати їх бібліографічний опис для широкого кола дослідників. Електронні копії стародавніх книг виготовляють за допомогою спеціалізованих сканерів (рис. 2.8). Основною особливістю цих сканерів є те, що сканування не пошкоджує раритетні видання. Наприклад, в освітлювальному пристрої сканера BookEye [13] вжиті заходи для усунення ультрафіолетової й інфрачервоної складових спектра, які можуть призводити до пошкодження стародавнього документа. Крім того, книжковий сканер дає можливість сканувати книги без контакту поверхні сторінок із пристроєм. Цим усувається загроза механічного пошкодження книги. Але з цим самим пов'язана можливість виник-



**Рис. 2.8. Сканер для створення електронних копій стародавніх документів**

вості цих сканерів є те, що сканування не пошкоджує раритетні видання. Наприклад, в освітлювальному пристрої сканера BookEye [13] вжиті заходи для усунення ультрафіолетової й інфрачервоної складових спектра, які можуть призводити до пошкодження стародавнього документа. Крім того, книжковий сканер дає можливість сканувати книги без контакту поверхні сторінок із пристроєм. Цим усувається загроза механічного пошкодження книги. Але з цим самим пов'язана можливість виник-

нення спотворення зображення, адже сторінки розгорнутої книги – не плоскі. Вони мають вигин поблизу їх кріплення до обкладинки. Пов'язані з цим спотворення зображення коригуються за допомогою спеціального програмного забезпечення, що підтримує роботу сканера BookEye.

Вдале застосування сканера BookEye для отримання ЕНМ власного виробництва можна продемонструвати на прикладі Наукової бібліотеки Київського національного університету імені Тараса Шевченка, де створено лабораторію сканування. Тут виготовляють електронні копії старовинних книжок із фонду бібліотеки. У бібліотеці зберігається близько 7000 унікальних стародруків, що були видані в XVI–XVII ст. в Європі (Австрії, Англії, Бельгії, Італії, Португалії, Франції). Для зберігання копій створено електронний депозитарій із вільним доступом в Інтернеті [14]. На рис. 2.9 і 2.10 показано приклади електронних копій сторінок стародавньої книги в депозитарії.

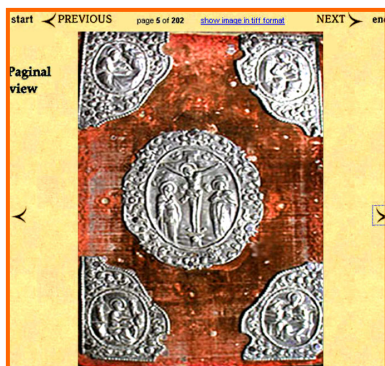


Рис. 2.9. Електронна копія обкладинки



Рис. 2.10. Електронна копія титульної сторінки

Крім книг у депозитарії зберігаються електронні копії інших раритетних об'єктів. Матеріали з електронного депозитарію можуть бути використані при проведенні навчального процесу з історії, мистецтвознавства, археології. Тепер ці видання є цілком доступними для наукових досліджень. У цьому є нагальна потреба, оскільки 80 % стародруків депозитарію не мають навіть бібліографічного опису.

## 2.2.2. Прості програмні засоби для створення електронних навчальних матеріалів

Як було зазначено раніше, крім комерційних ЕНМ і тих, що є у відкритому доступі, можна створювати електронні навчальні матеріали власними силами закладу освіти. Ці матеріали доповнюють бібліотеку електронними підручниками, що пов'язані з його науково-технічною спеціалізацією. Тому авторами їх мають бути викладачі цього закладу. Вони ж можуть самостійно створювати ЕНМ за допомогою простих програмних засобів. Простими називатимемо програмні засоби, які легко опановуються користувачами, що не мають навичок програмування, наприклад, прикладні додатки в програмному забезпеченні Microsoft Office.

**Прикладна програма Word** має широкий набір засобів для створення текстових документів із вбудованими таблицями, графіками, рисунками. Цією програмою викладачі користуються постійно для ведення робочої документації й написання звітів. Підготовку до друку наукових статей або книг вони також зазвичай роблять у програмі Word при дотриманні спеціальних вимог видавця. Таким чином, навіть орієнтуючись на те, що матеріал буде випущений у друкарський спосіб, викладач спочатку створює електронний образ майбутнього друкованого видання (рис. 2.11).

Очевидно, що цей матеріал може бути використаний у навчальному процесі ще до того, як він буде опублікований. Для цього матеріал оформлюють у вигляді окремого файлу й розміщують на сервері навчального центру. У результаті автор матеріалу стає ще й видавцем електронного підручника. У такий спосіб викладач може самостійно видати електронні версії методичних розробок, задачників, конспектів лекцій тощо.

**Прикладна програма PowerPoint** призначена для створення та проведення презентацій, які можуть бути використані в навчальному процесі. Лекційні презентації являють собою послідовний набір слайдів. Слайди містять ілюстрації, графіки, таблиці, схеми, на яких засобами програми можна зосередити увагу студентів, наприклад, виділяти певні елементи кольором (рис. 2.12), застосовувати динамічну появу написів. Середовище

Для характеристики рівень знань студента й складності завдання до теорії введено нові змінні  $\beta$  і  $\delta$ , які пов'язані з  $S$  і  $t$  співвідношеннями

$$\beta = \ln S, \quad \delta = \ln t. \quad (3.10)$$

Введення змінних  $\beta$  і  $\delta$  у такому вигляді дає можливість характеризувати рівень знань і складність завдання однаковими безрозмірними одиницями, які отримали назву *логіти* [45]. Це дозволяє відобразити розподіли знань студентів і складності завдань в одній шкалі та досліджувати одночасний вплив цих параметрів на функцію успіху  $P(\delta, \beta)$ . Підставивши (3.10) у вигляді  $S = \exp(\beta)$  і  $t = \exp(\delta)$  до (3.9), отримуємо

$$P(\delta, \beta) = \frac{1}{1 + \exp(\delta - \beta)}. \quad (3.11)$$

Залежність імовірності  $P(\delta, \beta)$  правильного розв'язку завдання зі складністю  $\delta$  від рівня знань студента  $\beta$  називають характеристичною кривою. Приклад характеристичної кривої, що побудована за (3.11) за складності завдання  $\delta = 1$  подано на рис. 3.13.

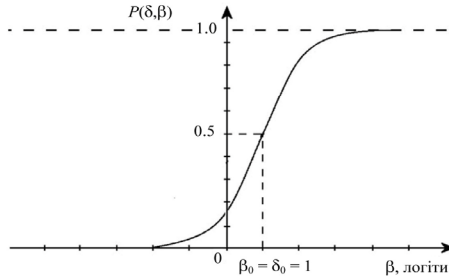


Рис. 3.14. Характеристична крива залежності ймовірності  $P(\delta, \beta)$  надання вірної відповіді студентом від його рівня знань  $\beta$

Рис. 2.11. Текст із рисунками у редакторі Word

- **Пошукова система** починає збір даних з сайтів. Для цього вона посилає "програми - павуки", які також називають "роботами".
- **Spider, Павук** - програма, яка завантажує веб-сторінки так само як і браузер користувача.
- **Відмінність** полягає в тому, що браузер відображає інформацію, що є на сторінці (текстову, графічну і т.д.). Програма "павук" не має візуальних компонентів і працює безпосередньо з HTML-текстом сторінки.

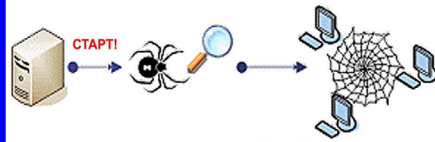


Рис. 2.12. Вигляд слайда, зробленого за допомогою Microsoft PowerPoint



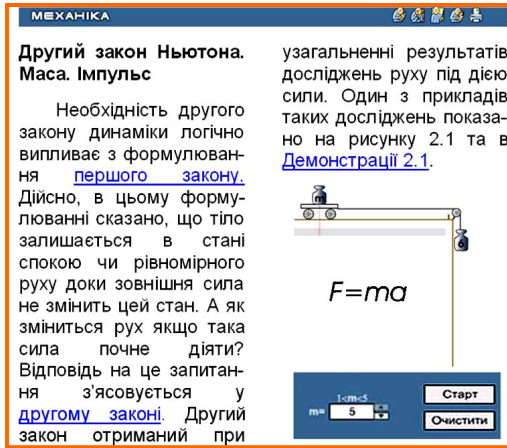
PowerPoint має також засоби для створення анімаційних демонстрацій, які суттєво підвищують наочність лекційного матеріалу (додаток 1). Презентацію в PowerPoint скоріше можна вважати нотатками до лекції. Це зумовлено тим, що на слайдах у стислому вигляді показано основні формулювання й положення лекційного матеріалу.

Лекційні курси, створені в PowerPoint, підходять для застосування як електронних посібників разом з іншими ЕНМ. Маючи доступ до таких курсів на навчальному сервері, студенти використовують їх як тези конспектів лекцій.

Створення електронних навчальних матеріалів можливо й у вільно розповсюджуваних офісних пакетах із відкритими вихідними кодами, наприклад Open Office, який можна порівняти за функціональними можливостями з Microsoft Office.

**ЕНМ у форматі HTML.** Недоліком навчальних матеріалів, створених в програмах Word і PowerPoint, є те, що їх формат не підтримує повноцінну взаємодію із системами управління навчанням. Такі ЕНМ зберігають у вигляді окремих файлів, які можна отримати через електронну пошту чи шляхом їх завантаження з FTP- чи веб-сервера. Використання цих матеріалів у комп'ютерних мережах набагато спрощується, якщо їх перетворити на HTML-формат (*Hyper Text Markup Language* – мова розмітки гіпертексту). Доступ до навчальних матеріалів у HTML-форматі користувачі одержують безпосередньо на навчальному сервері за допомогою стандартного Інтернет-браузера (Internet Explorer, Mozilla, FireFox, Opera тощо). Такі ЕНМ уже мають певні засоби взаємодії із системою управління навчанням, що дає можливість відстежувати успішність засвоєння матеріалу студентами.

HTML-матеріали досконаліші за їх Word-версії, оскільки мають засоби зв'язку з іншими навчальними документами та ресурсами за допомогою гіперпосилань. Вони допускають внесення ілюстративних засобів, що поживляють сприйняття навчального матеріалу, наприклад анімаційні демонстрації, зроблені в середовищі Flash (додаток 1). Сторінку підручника з фізики з Flash-демонстрацією зображено на рис. 2.13.



**Рис. 2.13.** Приклад HTML-сторінки з Flash-демонстрацією

Важливо, що ЕНМ у форматі HTML можуть бути отримані з навчальних матеріалів, створених в форматі Word. Перетворення матеріалів з формату Word на HTML здійснюють за допомогою спеціальних HTML-редакторів (напр., Adobe Dreamweaver, додаток 2).

### 2.2.3. Засоби створення ЕНМ за шаблонами

Шаблонні технології дають можливість суттєво підвищити якість ЕНМ практично без ускладнення засобів їх створення, порівняно із розглянутими в п. 2.2.2. Для цього використовують спеціалізовані прикладні програми, у роботі з якими автору пропонують сформувані кожну сторінку електронного підручника шляхом заповнення шаблонів. Шаблон містить поля для внесення тексту, рисунків, анімацій. Сторінку компонують за допомогою візуального редактора WYSIWYG – (What You See Is What You Get – *що бачиш, те й отримуєш*), в якому при редагуванні документ виглядає максимально наближеним до свого остаточного варіанту.

Прикладні програми такого типу зазвичай входять до складу систем управління навчанням (напр., Moodle, Illias) [15, 16]. Але відомі й такі, що запропоновані як окремі програмні пакети.

Прикладом вдалого засобу створення електронних підручників за шаблонними технологіями є програмна розробка CourseLab [17]. Це потужний і водночас простий у використанні засіб для швидкого створення інтерактивних навчальних матеріалів. Для застосування CourseLab не треба мати навичок програмування та володіти мовою HTML. Матеріал підручника формують з окремих блоків – об'єктів. CourseLab містить бібліотеку стандартних об'єктів і шаблонів, яку можна поповнювати із різних джерел, у тому числі й створених користувачем. Доступ до об'єктів і шаблонів отримують через зручний інтуїтивний інтерфейс. Об'єктний підхід дає можливість додавати до підручника будь-яке мультимедійне наповнення (звук, відео, об'єкти Flash, Shockwave, Java). Програмне забезпечення CourseLab має засоби імпорту у навчальний матеріал презентацій формату Microsoft PowerPoint, а також містить убудовані засоби створення анімаційних об'єктів із можливостями синхронізації звукового супроводження, створення тестів і проведення тестувань рівня знань студентів.


При створенні підручника автор відбирає готові об'єкти із бібліотеки CourseLab і створює додаткові, користуючись шаблонами. Він розробляє сценарій багатооб'єктних взаємодій, послідовності появи об'єктів, їх розташування на сторінках підручника. Створення підручника за цим сценарієм забезпечують засоби, закладені до програми CourseLab. Таким чином, роботу з програмним забезпеченням CourseLab автор підручника сприймає як взаємодію з "чорною скринькою". Йому не обов'язково знати про механізми її роботи. Закладаючи необхідні інформаційні матеріали до відповідних місць шаблону на вході "чорної скриньки", на виході автор отримує мультимедійний електронний підручник, придатний для розповсюдження комп'ютерними мережами, запису на компакт-диск або на будь-який інший носій. Вигляд сторінки підручника, призначеного для вивчення англійської мови, демонструє рис. 2.14. Зазначимо, що в шаблонах, об'єктах та елементах управління підручників, що створені за розглянутою технологією, зазвичай зберігають однотипний дизайн. Студенти звикають до нього, тому легко переходять від одного підручника до іншого.

**Unit 1. Place Matters**

Lessons 1-2. It's big world!

**Speaking and writing**

Look at the pictures and say where each flag is from. With the help of a map /your partner/ your teacher, fill in the following chat.



1) Canada  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) \_\_\_\_\_

1) Brazilian  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) \_\_\_\_\_

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) Chinese  
4) \_\_\_\_\_

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) Cairo

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) Washington

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) English  
4) \_\_\_\_\_

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) Uzbek

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_  
3) \_\_\_\_\_  
4) Kazakhstan

With the help of map/partner fill in the above charts under the pictures of the children.

English, French	Kazakh	Brasilia	British
Egypt	London	Uzbek	American
Kazakh	Ottawa	China	Arabic
English	Portuguese	Great Britain	Astana
Uzbekistan	Chinese	Canadian	Beijing
Brazil	USA	Arabian	Tashkent

1/24 Lessons 1-2. It's a big world!

OLDING KEYING

Рис. 2.14. Сторінка підручника англійської мови у редакторі CourseLab

## 2.2.4. Спеціалізовані програмні пакети для створення електронних навчальних матеріалів

Розглянуті раніше методи створення електронних навчальних матеріалів мають певні обмеження для творчого використання деяких комп'ютерних технологій. Значно ширші можливості застосування комп'ютерної графіки, моделювання, проведення експериментів в умовах віртуальної реальності надають спеціалізовані програмні пакети [18]. Насиченість ЕНМ мультимедійними засобами сприяє кращому засвоєнню матеріалу завдяки впливу на різні види пам'яті: зорову, слухову, асоціативну. Додаткову функціональність у роботі з електронним підручником надають програмні служби, що дозволяють проводити контекстний пошук, створювати електронні закладки та гіперпосилання, користуватися електронним блокнотом, словниками та довідковими базами даних. Ці засоби істотно підвищують ефективність ЕНМ, але технологія їх створення стає досить складною. Тому спеціалізовані програми використовують професійні програмісти. Враховуючи розглянуті особливості електронних навчальних матеріалів високого рівня, мож-

на вказати на основні проблеми, що виникають при їх виготовленні силами навчального закладу:

- необхідність створення спеціального підрозділу – студії, де працюватимуть кваліфіковані програмісти на сучасному комп'ютерному обладнанні;
- придбання спеціальних комерційних програмних середовищ, вартість яких може бути значною;
- застосування складних ЕНМ у навчальному процесі потребує наявності швидких телекомунікаційних каналів і потужних комп'ютерів.

Оскільки збільшення обсягу мультимедійної інформації потребує швидших каналів зв'язку, це необхідно врахувати при проведенні дистанційного навчання студентів, які перебувають у місцях слабого розвитку комп'ютерних мереж. Особливості та характеристики спеціалізованих програмних середовищ для створення ЕНМ, зокрема ToolBook Instructor, Authorware, Adobe Captivate, розглянуто в додатку 2.

Виготовлення ЕНМ високого рівня займає багато часу та потребує значних фінансових витрат. Це визначає сферу застосування таких ЕНМ у навчальному процесі. Недоцільним є їх створення для викладання спеціалізованих коротких курсів, що потребують частого внесення змін. У той самий час виготовлення ЕНМ високого рівня виправдане для викладання загальних дисциплін для широкої аудиторії студентів протягом тривалого часу. Це, у першу чергу, стосується курсів з фізики, хімії, біології, історії, граматичних посібників з іноземних мов тощо.

### **2.2.5. Міжнародні стандарти**

Для створення електронних навчальних матеріалів використовуються різні програмні середовища. ЕНМ можуть суттєво відрізнятися за будовою та механізмами взаємодії між внутрішніми блоками. У той самий час ЕНМ повинні мати уніфіковані компоненти, якщо передбачається їх використання у складі систем управління навчанням (СУН). Такі компоненти призначені для встановлення зв'язку та обміну службовою інформацією між СУН та ЕНМ. Наприклад, це компоненти, призначені для обміну даними моніторингу роботи студента над матеріалом (*Tracking*).

Міжнародні стандарти, що регламентують технологію створення електронних навчальних матеріалів, розглянуто в додатку 3. Найбільш поширеним є стандарт SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*), в якому поєднано розробки провідних міжнародних організацій [19]. У ньому закладено спосіб створення ЕНМ з об'єднання окремих невеликих частин навчального матеріалу. Стандарт також регламентує формат метаданих для обміну інформацією між електронними навчальними матеріалами та системою управління навчанням. Програмний засіб для створення та передавання таких метаданих може бути доданий до програмних оболонок ЕНМ, що виготовляють у різних середовищах, тоді ЕНМ стає SCORM – стандартизованим.

Зазначимо, що вимога відповідності стандартам актуальна тільки у випадку, коли ЕНМ планують використовувати у стандартизованих системах управління навчанням. ЕНМ, що застосовують незалежно від інших програмних засобів, можуть бути створені без дотримання вимог стандартизації.

## **2.3. Технологія створення ЕНМ**

Над створенням ЕНМ працюють дві групи виконавців. Перша – складається з авторів змістовної частини ЕНМ; друга – зі спеціалістів з комп'ютерних технологій, які втілюють задум авторів. Надалі називатимемо ці групи АВТОР і ПРОГРАМІСТ незалежно від кількості осіб, що входять до кожної групи. Співвідношення творчих внесків кожної групи до кінцевого продукту залежить від типу ЕНМ. Наприклад, при створенні електронного підручника на основі шаблонів, скажімо, у середовищі CourseLab, участь програміста може бути незначною. Але вона суттєво зростає при роботі над курсами, що містять віртуальні практикуми чи тренажери.

Розглянемо типовий перелік завдань виконавців, які створюють електронний підручник в одному з програмних середовищ (див. п. 2.2.4 і додаток 2).

### **2.3.1. Робота автора з підготовки навчальних матеріалів підручника**

Головною діючою особою в роботі зі створення електронного підручника є АВТОР. Зазвичай роботу автора найбільш успішно виконує викладач, який має великий досвід у читанні лекцій з предмету, для якого розроблюється ЕНМ. Викладач розробляє зміст навчального матеріалу, крім того, виконує роль сценариста та режисера в пошуку ефективних засобів викладання матеріалу та його сприйняття. Викладач також розробляє змістовну та методичну частини завдань для тестувань рівня засвоєння вивченого матеріалу.

**Електронний текст. Модулі.** Роботу над змістовною частиною ЕНМ АВТОР починає зі створення електронної копії текстового матеріалу. За основу беруться тексти лекцій чи паперові видання автора. Набір матеріалів в електронному вигляді переважно роблять за допомогою текстового редактора Word. При підготовці текстової частини АВТОР розробляє методичні та технологічні засоби, що підвищують ефективність підручника у комп'ютерній версії.

З методичних міркувань навчальний матеріал розбивають на окремі частини – модулі. Об'єм матеріалу в модулі приблизно відповідає одній лекції. Передбачається, що студент вивчить матеріал модуля за 1–2 заняття. Модуль називають за темою вивчення та формулюють назви підтем. Ці назви буде використано при створенні інтерактивного сервісу ЕНМ – Зміст. Він дає можливість викликати для розгляду кожену тему, незалежно від інших. Модуль закінчується розділами Висновки та Контроль рівня засвоєння матеріалу. Модульний принцип побудови електронного підручника надає можливості:

- зручного користування підручником;
- управління навчанням студентів за допомогою СУН;
- застосування інтерактивних технологій навчання;
- впровадження модульно-рейтингової організації навчального процесу;

**Комп'ютерні ілюстративні та допоміжні засоби.** Безпосередньо під час створення текстового наповнення підручника

АВТОР вибирає місця розташування ілюстративних і допоміжних засобів. Їх зміст і прив'язка до тексту полегшують розуміння й запам'ятовування навчального матеріалу.

До ілюстративних засобів відносять:

- рисунки, фотографії і графічні матеріали;
- комп'ютерні анімації;
- інтерактивні демонстрації;
- аудіо- та відеозаписи.

Допоміжні засоби в електронних підручниках:

- гіперпосилання;
- глосарій;
- бібліографія;
- спеціалізовані бази даних;
- пошукова система підручника;
- засоби контролю рівня засвоєння навчального матеріалу;
- допомога користувачу.

Змістове наповнення всіх цих засобів забезпечує АВТОР. Він використовує не тільки власні матеріали, але може їх добирати з інших джерел. При запозиченні матеріалів необхідно дотримуватись норм законодавства з охорони авторських прав [20]. В одних випадках для цього достатньо вказати джерело інформації, в інших – отримати згоду автора чи видавництва. Це зауваження стосується всіх матеріалів, що розглядатимуться в подальшому.

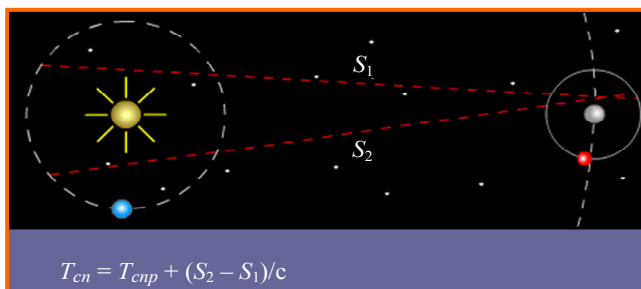
Найбільш розповсюджені та ефективні програмні оболонки для створення та обробки ілюстративних матеріалів наведені в додатку 1.

**Рисунки та фотографії**, що можуть бути також використані як ескізи анімацій, АВТОР добирає як з власних публікацій, так і з інших джерел. Багато ілюстрацій високої якості можна знайти в інших підручниках, журналах та Інтернеті. На цьому етапі АВТОР також розробляє ескізи необхідних **схем і графіків**.

**Анімації** демонструють графіку у динаміці. АВТОР розробляє сценарій анімації – послідовність рухів і взаємодій об'єктів. За сценарієм програміст створює анімацію. Для "оживлення" графічних зображень використовують спеціальні комп'ютерні про-



грами (напр., Flash, Adob Captivate, 3D-Studio Max, Wolfram Mathematica; див. докладно в додатках 1, 2). АВТОРУ не потрібно володіти навичками роботи з цими програмами, але необхідно мати основні уявлення про їх можливості. Наприклад, програмне середовище Flash добре підходить для створення двовимірних анімацій (2D), які займають порівняно невеликий інформаційний об'єм (типово, близько до 30 кілобайт). Тому, якщо АВТОР намагається мінімізувати об'єм ЕНМ, він може обрати 2D-анімації для демонстрації руху у площині. Для пояснення руху планет і променів світла в схемі Ремера цілком достатньо двовимірної анімації (рис. 2.15).

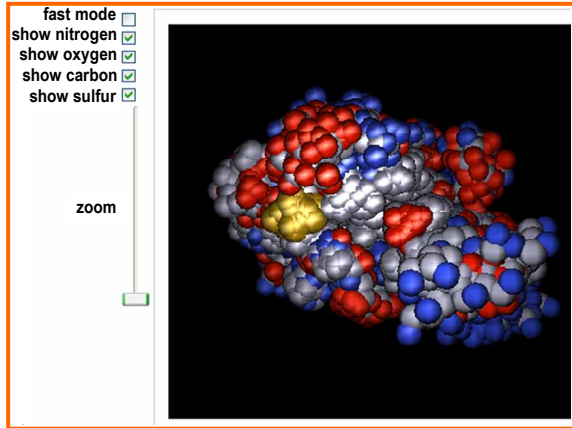


**Рис. 2.15. Дослід Ремера із визначення швидкості світла**

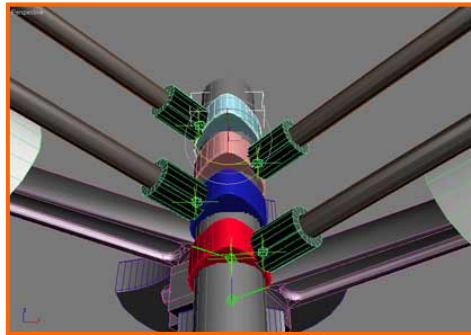
У випадку, коли об'єм підручника не має значення, а основною метою є збільшення наочності демонстрації, АВТОР надає перевагу 3D-анімаціям. Великі можливості таких анімацій для вивчення складних об'єктів можна показати на прикладі 3D-анімації моделі молекули інсуліну (рис. 2.16).

Анімація дозволяє розглядати модель у різних масштабах. Можна змінювати деталізацію моделі, виділяючи кольором окремо атоми азоту, вуглецю, кисню та сірки. Але найбільшою наочністю надає можливість обертати молекулу навколо довільних осей і вивчати структуру молекули, розглядаючи її під будь-яким кутом зору.

Роботу над сценарієм анімації АВТОР починає з розгляду статичного рисунку об'єкта. Наприклад, таким об'єктом є механізм, що складається з шестерень і важелів (рис. 2.17).



**Рис. 2.16.** Тривимірна модель молекули інсуліну



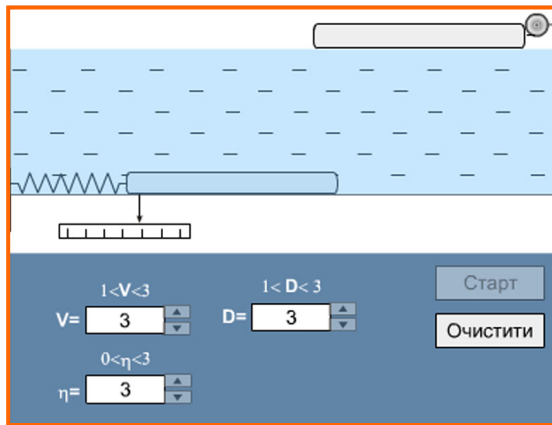
**Рис. 2.17.** Вузол механічного об'єкта

При розробці сценарію АВТОР описує послідовну зміну положень деталей під час роботи механізму. Створену за цим сценарієм анімацію використовують замість рисунку механізму, роботу якого раніше пояснювали текстовим описом. Досвід показує, що одна анімована демонстрація допомагає зрозуміти суть роботи об'єкта набагато краще, ніж десятки абзаців тексту.

Деякі нескладні анімації АВТОР може створити власноруч. Для цього йому треба мати навички звичайного користувача та вміння працювати в прикладній програмі PowerPoint. У додатку 1 показано анімаційні можливості цієї програми.

**Інтерактивні демонстрації** являють собою анімації, що дозволяють спостерігати зміни перебігу подій *при керуванні* параметрами явищ та об'єктів. Наприклад, анімація роботи механізму, що наведений вище, стає інтерактивною демонстрацією, якщо до анімації додати можливість заміни та перестановки деталей. Це дозволить отримувати різні конфігурації механізму та спостерігати за наслідками, що з'являться в його роботі.

Інтерактивні демонстрації надають можливість користувачу маніпулювати елементами схем чи пристроїв і спостерігати за зміною результату, залежно від введених параметрів. Те, що *спробуване руками*, стає більш зрозумілим і краще запам'ятовується. Приклад інтерактивної 2D-демонстрації показано на рис. 2.18.



**Рис. 2.18.** Визначення в'язкості рідини

Демонстрація призначена для вивчення взаємодії тіл у в'язкій рідині. Тіла являють собою пластини площею  $S$ . Одна пластина розташована на поверхні рідини, її можна тягнути з деякою швидкістю  $V$ ; друга – у рідині та прикріплена до пружинного динамометра. У нижній частині демонстрації указані параметри, які студент може змінювати:  $V$  – швидкість верхньої пластини,  $D$  – відстань між пластинами,  $\eta$  – коефіцієнт в'язкості рідини. Варіюючи ці параметри, студент слідкує за змінами у положенні стрілки динамометра, яка показує значення сили взаємодії пластин  $F$ . Метою дослідження є наочна демонстрація того, що сила

взаємодії залежить від швидкості рухомої пластини, відстані між пластинами та в'язкості рідини, згідно із формулою

$$F = \eta \frac{V}{D} S.$$

У розглянутому прикладі наочність цілком досягається засобами 2D-анімації. Але в загальному випадку переваги має тривимірне зображення об'єктів. Засоби 3D-графіки дають більш реалістичне уявлення про події та об'єкти дослідження. Це сприяє зануренню студента до віртуального середовища, розвиває його просторове бачення. Найважливіше те, що 3D-анімації стають єдиною можливим засобом для створення наочних демонстрацій цілої низки явищ. Для розуміння таких явищ принципово необхідно створити умови спостереження розвитку подій у тривимірному просторі. Прикладом може бути інтерактивна демонстрація просторового формування траєкторії зарядженої частинки, що влетіла в магнітне поле під кутом до силових ліній (рис. 2.19).

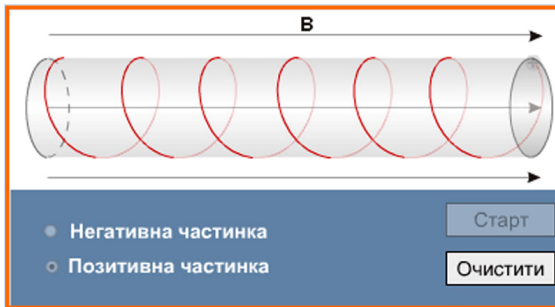


Рис. 2.19. Демонстрація руху частинки в магнітному полі

**Відео- та аудіозаписи** дають можливість залучити візуальну, слухову, емоційну пам'ять для сприйняття навчального матеріалу. Для створення якісних відеофільмів необхідна спеціальна студія з відповідною апаратурою та персоналом. Зрозуміло, що АВТОР зазвичай не може розраховувати на залучення такої студії для зйомок фільмів за власними сценаріями. Тому в ЕНМ часто вставляють фрагменти готових відеофільмів. Із них також можуть бути зроблені відеокліпи, які дають можливість наочно демонструвати явища як у звичайному, так і в прискореному чи

уповільненому режимі. Реальним джерелом отримання власних відеоматеріалів є зйомки на відеокамеру лекційних демонстрацій чи навіть лекцій повністю. Приклади таких матеріалів подано в п. 2.1.2.

В електронному підручнику для вивчення деяких предметів може бути достатньою наявність **аудіоінформації**. Наприклад, звуковий супровід є дуже ефективним при вивченні іноземних мов.

Ілюстрації, відео- та аудіоматеріали дають можливість значно збільшити інформативність навчального матеріалу завдяки його образному представленню та збільшенню наочності. Як було зазначено, АВТОР виконує роль сценариста та режисера, що розробляє перебіг подій демонстрації, визначає її тип, місце в тексті та логіку зв'язків із розділами підручника. Робота АВТОРА поширюється й на визначення місць у тексті всіх допоміжних засобів ЕНМ.

**Гіперпосилання** – засіб, що дає доступ до різних інформаційних ресурсів з вибраного АВТОРОМ місця в електронному підручнику. Мета гіперпосилання – надати користувачу додаткову інформацію. Здебільшого вона має пояснювальний характер, але включення її до основного тексту є небажаним, оскільки така інформація часто займає багато місця, що може спричинити порушення послідовності лінії викладання головної теми розділу. Це схоже на застосування посилань у друкованих енциклопедіях. Місце посилання в тексті вказують зірочкою, а її зміст, звичайно дуже стислий, друкують маленькими літерами в нижній частині аркушу. На відміну від цього гіперпосилання в електронному підручнику мають значно більші можливості, які надаються комп'ютерними технологіями. Об'єм й тип інформаційного матеріалу гіперпосилання (текст, аудіо, відео тощо) практично не мають обмежень. Позначка гіперпосилання в електронному тексті може мати інтуїтивно зрозумілий вигляд. Наприклад, це може бути піктограма, з вигляду якої стає зрозумілим тип інформаційного матеріалу гіперпосилання. Можливо виділення фрагментів тексту, наприклад підкресленим шрифтом синього кольору. При натисканні лівої клавіші "мишки" на такі позначки відбувається перехід до матеріалу гіперпосилання. Матеріали

невеликого обсягу (скажімо, тлумачення слова) зазвичай надають у вікнах, що спливають (рис. 2.20). Ілюстрації або великі фрагменти тексту можуть виводитись на весь екран.

За технологією гіперпосилань створюють допоміжний запис – **Підказку**. Її застосовують для коментування навчальних матеріалів безпосередньо під час їх вивчення. Наприклад, при розгляді складних моделей або пристроїв підказка з'являється або зникає синхронно з рухом курсору на окремих елементах ілюстрації.

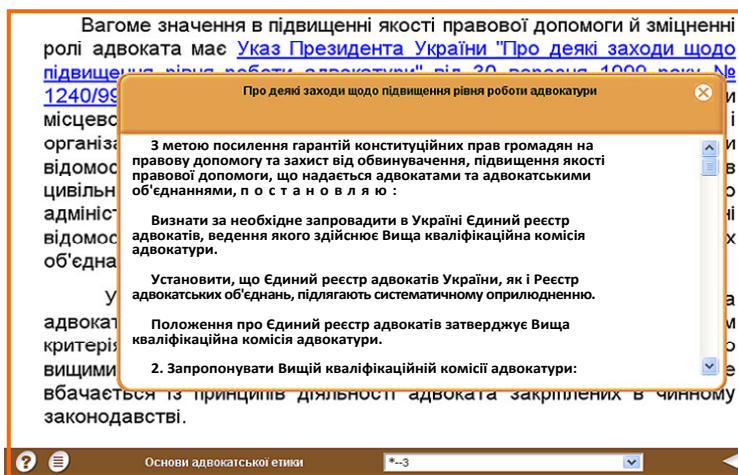


Рис. 2.20. Спливаючі вікна

Інформаційне наповнення гіперпосилань можна брати як з внутрішніх ресурсів електронного підручника, так і з Інтернету. Останні позначають в основному тексті синім кольором шрифту з підкресленням (напр., <http://rarebooks.univ.kiev.ua/>).

Гіперпосилання є ефективним засобом швидкого надання додаткової інформації, але їх застосування інколи потребує обмежень. Наприклад, АВТОР вибирає гіперпосилання для виклику тексту, в якому є свої гіперпосилання, пов'язані з іншими текстами з гіперпосиланнями і т. д. Такі багаторівневі зв'язки можуть заплутати студента при відході від основного тексту так, що він взагалі втратить головну думку теми навчального моду-

ля. Тому доцільно обмежувати глибину гіперпосилань двома рівнями. Зрозуміло, що це можна зробити тільки при використанні внутрішніх інформаційних ресурсів ЕНМ. Розглянемо їх.

**Глосарій** (*словник, довідник*) – ресурс, призначений для перегляду тлумачень й визначень ключових понять і термінів, що зустрічаються в навчальному матеріалі. В електронному підручнику глосарій використовують як окремий ресурс та джерело для гіперпосилань. У першому випадку користувач звертається до глосарія через головний інтерфейс підручника; у другому – необхідне тлумачення викликається з глосарія через гіперпосилання, що безпосередньо пов'язане з позначкою в основному тексті навчального матеріалу.

Словникову й довідникову базу глосарія формує АВТОР. Для цього він використовує як власні визначення, так і наявні в словниках, довідниках, енциклопедіях.

**Бібліографія** – ресурс, в якому зосереджено перелік друкованих та електронних видань, а також посилань в Інтернеті, що були використані при створенні підручника. АВТОР укладає цей перелік по мірі підготовки навчального матеріалу. Він приймає рішення про застосування бібліографічного посилання в тому чи іншому місці підручника, маючи на меті:

- вказати на інформаційні джерела, в яких підтверджується чи ширше обговорюється думка, що викладається;
- дотримання норм авторського законодавства за необхідності прямого запозичення матеріалів інших видань (текстів, ілюстрацій тощо);
- наведення джерел додаткового матеріалу, який не входить до підручника, але може розширити знання з цієї теми.

Кожному бібліографічному посиланню АВТОР надає номер, що виконує також роль гіперпосилання, яке пов'язане з відповідним записом у бібліографічному ресурсі. При наведенні на нього курсору "мишки" бібліографічний запис з'являється на дисплеї комп'ютера.

**Спеціалізовані бази даних** містять інформаційні ресурси, які, на думку АВТОРА, доцільно мати в підручнику. Наприклад, у підручнику з історії це може бути хронологічний покажчик подій, у підручнику з літератури – набір хрестоматійних матеріа-

лів, у підручнику з фізики – таблиці фундаментальних фізичних констант. Це можуть бути переліки біографій учених, пояснення до скорочень тощо.

**Засоби контролю** рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дають можливість викладачу керувати навчальним процесом, вносити необхідні корективи. В електронному підручнику для цього використовують технології комп'ютерного тестування. Докладно їх буде описано у розд. 3. Розглянемо лише завдання АВТОРА при розробці підручника. АВТОР вибирає місця в підручнику, де слід застосувати необхідні методи контролю. Наприклад, у кінці кожного модуля він планує виконання тестів для самоконтролю. Після вивчення цілого розділу (кілька модулів) він планує розміщення тестів поточного контролю з оцінюванням. Зазвичай АВТОР планує провести підсумкове тестування знань студентів після закінчення роботи над курсом загалом. При цьому основною роботою АВТОРА, яка потребує великих витрат часу та зусиль, є створення змістовного наповнення тестів.

### **2.3.2. Внесення до електронних навчальних матеріалів елементів комп'ютерного управління навчанням**

Можливість управління навчанням має бути закладена до структури навчального курсу. Для цього, як було вказано в п. 2.3.1, матеріал розбивають на модулі. АВТОР планує систему зв'язків між ними. Структура цієї системи майже повністю визначає методика застосування підручника для навчання студентів.

Можна назвати два види систем зв'язків: перший – *жорстко послідовний зв'язок*, другий – *розгалужений*, що передбачає взаємозв'язок між усіма модулями. У першому випадку студент вивчає матеріал підручника, переходячи від одного модуля до наступного; у другому – може обирати послідовність вивчення модулів на власний розсуд. Рішення про готовність перейти до наступного модуля студент приймає самостійно. У названих випадках наявності системи зв'язків між модулями ще недостатньо для управління навчанням. Для цього необхідне внесення до ЕНМ правил управління, що базуються на регулюванні дозволів на перехід між модулями.



У традиційний спосіб студент отримує дозвіл на перехід до інших модулів за умови наявності достатнього рівня знань попереднього модуля. Рішення про надання дозволу приймає викладач на основі результатів трекінгу (автоматичне відстеження системою управління навчанням даних, що характеризують роботу студента з електронним навчальним матеріалом). Основні показники, що дають підстави для переходу до вивчення матеріалу наступного модуля, пов'язані з результатами виконання комп'ютерних тестів, контрольних і практичних робіт. Разом із тим викладач може зважати й на додаткову інформацію трекінгу: скільки разів студент намагався пройти контроль знань до отримання позитивного результату, у відповідях на які запитання він частіше припускався помилок, до яких гіперпосилань він частіше звертався, скільки разів починав вивчення модуля, який час на це витратив. Ця додаткова інформація дає можливість викладачу застосувати **адаптивний принцип навчання** [21], тобто організувати навчальний процес, відповідно до індивідуальних можливостей студента. Студенти мають різні природні здібності до навчання, початкові рівні підготовки та психофізичні дані. Тому це бажано враховувати при вивченні навчального матеріалу підручника.

Відомо кілька рівнів індивідуальної адаптивності навчання. *Адаптивність першого рівня* (найпростіша) полягає в наданні студенту можливості вибору найзручнішого для нього темпу вивчення матеріалу. *Більш високі рівні адаптивності* пов'язують з можливостями призначення індивідуального порядку вивчення студентом матеріалу підручника. Це треба взяти до уваги АВТОРУ, якщо він планує створити підручник з підвищеною адаптивністю. У такому підручнику одну й ту саму тему слід викладати в кількох варіантах – від простого до складного. Наприклад, у підручнику з природничих наук у першому варіанті автор подає в стислому вигляді основні положення та уявлення за темою модуля, що вивчається; у другому варіанті ця тема подається в більш розгорнутому вигляді, але основна увага зосереджена на експериментальних дослідженнях, а не теоретичних розрахунках; у третьому варіанті автор розкриває тему з усією можливою повнотою, подає додаткові відомості та ілюстрації. Можливість ре-

гулювання глибини та складності навчального матеріалу викладач застосовує для адаптивного навчання. Студенту пропонується розпочати роботу над модулем у найскладнішому варіанті. Якщо він працює над ним тривалий час і не може пройти модульний контроль, викладач пропонує почати вивчення теми з простіших варіантів: з другого або з першого, з огляду на результати проходження складного варіанту. Вивчаючи варіанти модулів за мірою їх ускладнення, студент зрештою має вивчити матеріали в повному обсязі.

Важливою особливістю електронного підручника, яка може бути реалізована за допомогою комп'ютерних технологій, є інтерактивність. **Під інтерактивністю розуміють безпосередню реакцію підручника на дії студента (взаємодію).** Характер взаємодії у підручнику задає АВТОР. Він надає дозволи на переходи між модулями за наявності результатів трекінгу, які підтверджують успішне вивчення модуля студентом. АВТОР може автоматизувати цей процес, тим самим надаючи підручнику інтерактивних властивостей. Для цього він чітко формалізує критерії проходження модуля: мінімально можливі оцінки результатів вхідного та вихідного комп'ютерних тестувань у модулі; кількість спроб повторних тестувань; інтервал часу, після якого можна повторити спробу тестування тощо. В інтерактивному підручнику є програмний блок, в якому відбувається порівняння результатів студента з тими, що закладені як пороги. Внаслідок порівняння виникає **реакція підручника**: комп'ютерна програма відкриває перехід до наступного модуля, якщо студент подолав порогові норми чи, навпаки, блокує подальше вивчення матеріалу курсу. У цьому випадку в адаптивному підручнику програма відкриває студенту доступ для вивчення матеріалу модуля в спрощеному варіанті. АВТОР може запрограмувати й інші варіанти реакції підручника: рекомендації на проходження тренінгу, виконання лабораторної роботи, консультації викладача тощо. Вказівки щодо подальших дій також розробляє АВТОР. Наприклад: Ваші результати нижчі за норму. Вивчіть матеріал цього модуля у спрощеному варіанті чи Перед вивченням теоретичного матеріалу

виконайте лабораторну роботу №1. Студент отримує ці вказівки у вигляді текстових чи голосових повідомлень. Їх можуть супроводжувати анімаційні вставки, які демонструють ставлення до успіхів студента (напр., анімаційний персонаж викладача, що демонструє емоцію незадоволення, рис. 2.21). В результаті у студента складається враження, що він веде діалог з комп'ютером, тобто відбувається інтерактивна взаємодія в системі студент–комп'ютер.



**Рис. 2.21. Зображення викладачів, що демонструють незадоволення**

Інтерактивність є позитивною властивістю електронного підручника як з погляду викладача, так і студента. Викладач звільняється від одноманітної перевірки звітів трекінгу, від прийняття рішень про подальші напрямки роботи великої кількості студентів. Студенту не треба чекати на рішення викладача, оскільки комп'ютер практично миттєво обробляє результати й дає вказівку на продовження роботи з підручником. Крім того, змінюється психологічне сприйняття студентом навчального процесу. Він позбавляється від можливого, на його думку, суб'єктивного ставлення викладача.

### **2.3.3. Спільна робота автора, програміста та дизайнера**

У загальному випадку будь-який електронний навчальний матеріал є досить складною комп'ютерною програмою, яку розробляє ПРОГРАМІСТ. Тому для найкращого втілення в комп'ютерному виконанні задумів АВТОРА зі створення електронного підручника необхідна його злагоджена взаємодія з ПРОГРАМІСТОМ. Якщо електронний підручник містить рисунки, анімації і демонстрації, що мають бути виконані у спеціальних комп'ютерних форматах, необхідна співпраця АВТОРА, ПРОГРАМІСТА та ДИЗАЙНЕРА (рис. 2.22).



**Рис. 2.22. Спільна робота автора, програміста та дизайнера**

казує всі засоби, які можуть бути використані для втілення задумів АВТОРА з представлення навчальних матеріалів у комп'ютерному виконанні. ДИЗАЙНЕР формулює свої побажання до ілюстративних матеріалів, які має надати АВТОР.

Наступна важлива взаємодія між виконавцями відбувається після того, як АВТОР закінчить роботу над першою змістовною частиною матеріалу (модулем). ПРОГРАМІСТ переводить зібраний матеріал в обране програмне середовище. ДИЗАЙНЕР, продивившись надані автором ілюстративні матеріали, починає розробляти макет художнього оформлення підручника. Він переводить ілюстрації в електронний вигляд і доопрацьовує їх. Починається робота над анімаційними демонстраціями за сценаріями. Від цього моменту виконавці працюють у постійному зв'язку.

Надалі ПРОГРАМІСТ і ДИЗАЙНЕР працюють над першим модулем, а АВТОР готує матеріали наступних модулів.

Після закінчення роботи над першим модулем усіма виконавцями можна скласти достатньо повне уявлення про його художнє оформлення та перевірити функціонування всіх комп'ютерних засобів підручника. На цьому етапі усувають можливі недоліки його програмного забезпечення та затверджують художній макет. У випадку великої кількості ілюстративного матеріалу до співпраці залучають художників-оформлювачів. Надалі перший модуль приймають за зразок для створення всіх наступних модулів. По завершенні роботи над всіма модулями їх збирають до єдиного електронного підручника та проводять його остаточне доопрацювання.

Роботу над підручником починає АВТОР. Він складає загальне уявлення про об'єм і структуру навчального матеріалу. На цьому етапі відбуваються попередні обговорення планів АВТОРА з ПРОГРАМІСТОМ і ДИЗАЙНЕРОМ.

ПРОГРАМІСТ пропонує можливе програмне середовище для створення підручника, по-

### 2.3.4. Взаємодія автора з програмістом

Приставаючи до співпраці з ПРОГРАМІСТОМ, АВТОР формулює свої побажання щодо загальних властивостей підручника, включення додаткових програмних засобів. Програмні засоби, на які АВТОР має звернути особливу увагу, призначені для: забезпечення комп'ютерного представлення змісту навчального матеріалу; проведення контекстного пошуку; використання електронних закладок; виконання лабораторних робіт, комп'ютерних тестувань тощо. Подамо докладно можливі вимоги АВТОРА.

**Пошукова система** по навчальних матеріалах має взаємодіяти з усіма інформаційними складовими підручника. Це дає можливість звертатись до таких ресурсів, як глосарій, бібліографія, спеціалізовані бази даних не тільки через гіперпосилання в тексті, а й також з панелі керування підручником. На ній розміщують піктограми, що дозволяють викликати необхідний ресурс і використовувати його в будь-який момент. Наприклад, у тексті слово *elipsoïd* помічене гіперпосиланням. При наведенні курсору "мишки" на це слово відбувається звернення до його тлумачення в глосарії. Користувачу можуть бути необхідні тлумачення слів, на які немає гіперпосилань. У цьому випадку простим "натисканням" відповідної піктограми можна викликати глосарій з пошуковою системою. Користувач вводить слово в пошукову систему та отримує відповідне тлумачення. Пошукова система виконує й інші допоміжні дії, наприклад, може надати перелік робіт певного автора, що увійшли до ресурсу БІБЛІОГРАФІЯ, і знайти в підручнику місця, де вони використані, провести повнотекстовий пошук у підручнику й позначити їх кольором.

**Електронні закладки** мають давати можливість здійснювати швидкий перехід до позначених сторінок, наприклад розділів, з якими студент працював минулого разу.

Програма **комп'ютерного тестування** повинна мати *модулі зв'язку із системою трекінгу* та засобами, за допомогою яких підручник можна зробити адаптивним та інтерактивним.

Підручник повинен мати зв'язки для використання **комп'ютерної підтримки**, яка полягає в наданні можливості застосування

всіх засобів комп'ютера та його програмного забезпечення, що безпосередньо до структури електронного підручника не входять. Наприклад, для роботи інтерактивних демонстрацій необхідно задіяти потужності комп'ютера для проведення різноманітних обчислень, громіздких перетворень і відображень графіки. Анімаційні ілюстрації, аудіо-, відеофрагменти працюють тільки при звертанні програми підручника до спеціального програмного забезпечення, що має бути інстальоване. Наприклад, такими програмами є Adobe Flash player, Widows media player.

Комп'ютерну підтримку також пов'язують з можливістю звертання до зовнішніх ресурсів. Безпосередньо із тексту електронного підручника можна через гіперпосилання звертатись до мережі Інтернет чи інших спеціалізованих мереж. Доступ до мереж дозволяє скористатися матеріалами різних електронних бібліотек та освітніх сайтів, у тому числі отримати довідкові матеріали з енциклопедій і словників, знайти мультимедійні матеріали, ілюстрації, шаблони слайдів.

Отже, на початковій стадії виконання проекту зі створення підручника АВТОР фактично формулює технічне завдання, а ПРОГРАМІСТ вибирає програмні засоби для його найкращого втілення.

У загальному випадку програміст обирає одну із двох технологій: *першу*, що полягає у застосуванні програмного середовища, яке чітко спеціалізовано під створення електронних підручників; *другу*, що базується на створенні власної комп'ютерної програми. Зупинимось на цьому докладніше.

Незважаючи на те, що спеціалізованих середовищ багато (див. п. 2.2.4 та додаток 2), ПРОГРАМІСТ зазвичай не намагається шукати серед них такі, що найбільш підходять для створення підручника. Свій вибір програмного середовища він зробив раніше, орієнтуючись на можливість його застосування для створення підручників різного призначення. Справа в тім, що якісні спеціалізовані програми, які дають можливість створювати ЕНМ високого рівня, здебільшого розроблені комерційними фірмами. Це взагалі добре, оскільки фірма надає підтримку користувачу, постійно покращує програму, виправляє помилки. Але все це спричиняє високу ціну ліцензії на використання програми. Крім

того, програми фірм розрізняються як за функціональністю, так і за засобами керування, і користувачу треба витратити зусилля й час на те, щоб відпрацювати навички їх застосування. Тому ПРОГРАМІСТ обирає якусь одну з них, набирає досвіду роботи та орієнтується на переважне застосування цієї програми. Але, якщо програмне середовище не дає можливості втілити всі задуми АВТОРА, ПРОГРАМІСТ додає окремі програмні блоки з інших джерел, наприклад підключає до електронного підручника пошуковий, тестуючий, трекінговий блоки, що є в системі управління навчанням (детальніше див.розд. 4).

Якщо намічається багато таких переробок, то стає прийнятним другий шлях – створення ПРОГРАМІСТОМ електронного підручника у вигляді окремої комп'ютерної програми, що може звертатись до багатьох інших [18]. Але при застосуванні будь-якої технології електронні підручники мають бути виконані у форматах, що дозволяють компонувати їх до єдиних електронних комплексів, розширювати й доповнювати їх новими розділами й темами, формувати електронні бібліотеки з окремих дисциплін.

АВТОР і ПРОГРАМІСТ узгоджують вигляд і структуру титульної сторінки підручника, на яку виведено засоби виклику й управління вивченням навчальних матеріалів. Її коротка назва – інтерфейс. На інтерфейсі розташовані графічні зображення кнопок. При "натисканні" на них курсором "мишки" відбувається виконання команди, що пов'язана з даною кнопкою (так само, як у загальновідомій програмі Microsoft Word). Зазвичай знаходять застосування загальноприйняті позначення кнопок. Це кнопки входу та виходу з програми підручника, навігації: вперед, назад, вихід на задану сторінку; прямого доступу до таких ресурсів, як глосарій, бібліографія, пошукова система, система комп'ютерного тестування, допомога. Але необхідно передбачити й інструменти навігації, що не входять до стандартної панелі. Наприклад, це можуть бути кнопки, пов'язані зі специфікою підручника: демонстрації з фізики, хімічна лабораторія, електронний віварій, зібрання творів мистецтва, хронологічний покажчик тощо.

Окремий наголос треба зробити на змістовному наповненні пункту допомога. Його виконують АВТОР і ПРОГРАМІСТ, відповідно до їх ролі при створенні підручника:

- АВТОР надає методичні рекомендації з вивчення курсу, організації самостійної роботи та проведення моніторингу процесу навчання студента;

- ПРОГРАМІСТ розробляє інструкцію користувача з роботи з комп'ютерною програмою електронного підручника.

### 2.3.5. Робота дизайнера

ДИЗАЙНЕР розробляє графічний стиль ілюстрацій у підручнику. Схеми та графіки роблять за ескізами АВТОРА. Головне завдання ДИЗАЙНЕРА полягає в тому, щоб надати електронному підручнику цілісне візуальне сприйняття. Для цього треба, щоб електронні сторінки підручника (слайди) мали однотипне оформлення. Оскільки навчальний матеріал розділений на модулі, то зазвичай однаково оформлюють слайди, що входять до модуля. Із цією метою ДИЗАЙНЕР розробляє слайд-заставку та майстер-слайд.

**Слайд-заставка** – своєрідна "обкладинка" модуля. На ньому розміщується назва модуля й типова для теми модуля графіка. Це спеціальна слайд, що з'являється на комп'ютері студента відразу після відкриття навчального модуля. За час показу заставки відбувається завантаження основного коду модуля. Таким чином, заставка робить процес запуску програми практично непомітним.

**Майстер-слайд** – шаблон, на основі якого створюють навчальні слайди модуля. Слайди мають однотипне оформлення завдяки використанню однакової графіки та гама кольорів. На фонівій підкладці розташовують об'єкти, що є загальними (повторюваними) для всіх слайдів: кнопки управління навігацією модулем, доступу до різних сервісів й ресурсів тощо. Однак, не варто перевантажувати слайд елементами управління та графікою. Треба намагатись оптимізувати співвідношення площ, які займають на слайді текстова складова та ілюстрації. Для цього, наприклад у тексті ілюстрацію подають у дуже зменшеному ви-



гляді. При наведенні курсору "мишки" на цю ілюстрацію вона може збільшуватись до розмірів усього слайда.

Елементи управління на слайді мають бути інтуїтивно зрозумілими. ДИЗАЙНЕР розробляє такі піктограми для кнопок управління, за якими користувач здогадається про їх призначення.

Використання уніфікованих майстер-слайдів, однакових типів і розмірів шрифтів, ліній, позначок дозволяє підтримувати цілісність макету підручника.

Для створення підручника з великим об'ємом художніх ілюстрацій ДИЗАЙНЕР може задіяти художника-оформлювача, який оздоблює підручник рисунками, що покращують його зовнішнє сприйняття. Він же розробляє художній стиль анімованих персонажів і демонстрацій.

Оскільки АВТОР збирає ілюстративні матеріали із різних джерел (Інтернет, архіви, періодичні видання тощо), то зазвичай виникає необхідність їх редагування. Художник-оформлювач здійснює комп'ютерну обробку рисунків і фотографій за допомогою спеціальних програм (додаток 1).

## **2.4. Приклади підручників, що створені у спеціалізованих і шаблонних програмних середовищах**

Розглянемо приклади електронних підручників, що створені в різних програмних середовищах для вивчення різних дисциплін (історія, фізика, інформатика, юриспруденція). Авторами та виконавцями цих підручників є викладачі Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Опис підручників має на меті показати не тільки їх різні типи, але й продемонструвати можливості створення ЕНМ власними силами навчальних закладів.

### **2.4.1. Мультимедійний підручник з історії України**

Прикладом ЕНМ, що створений у спеціалізованому середовищі, може бути мультимедійний підручник "Історія України" [22]. Його створено за допомогою програмного середовища

Authorware 7.0. Цей програмний продукт призначено для виготовлення повнофункціональних компактних мультимедійних навчальних матеріалів високої якості [18]. Програма Authorware досить складна в користуванні, тому створення підручника відбувалось у співпраці автора з кваліфікованими програмістами.

Лекційний курс "Історія України" викладають звичайно на всіх відділеннях навчальних закладів, починаючи з першого курсу. Підручник призначено для постійного використання широкою аудиторією студентів. У цьому разі повністю виправдано застосування програмних засобів створення ЕНМ, які хоч і є складними у використанні, але дають можливість суттєво підвищити ефективність викладення навчального матеріалу.

Курс поділено на 16 модулів. Обсяг одного модуля відповідає одному заняттю. Крім повнотекстового викладення матеріалу кожний модуль має скорочений варіант (близько 20 % від повного тексту), що є реферативним викладенням головних подій, фактів, хронології. Короткий варіант призначено для повторення пройденого матеріалу, а також для швидкого ознайомлення з підручником.

Однорідність модуля задається тематичною зв'язаністю матеріалу. При викладі історичних подій часто виникає необхідність звернення до сторонніх матеріалів, які за умови включення їх до основного тексту порушують цілісність сприйняття. Для уникнення цього до тексту включають гіперпосилання в основному тексті у вигляді невеликих піктограм. Цілісність тексту зберігається, а додаткові матеріали викликають при наведенні курсору "миші" на піктограму. За їх допомогою можна перейти до баз даних Історичні документи, Тлумачний словник, Ілюстрації, Історичні карти.

На рис. 2.23 зображено одну зі сторінок підручника. На її прикладі можна розглянути особливості оформлення модулів і роботи з електронною книжкою. Видно, що модуль має оригінальне графічне оформлення в дусі епохи, що сприяє "зануренню" студента у матеріал.

У верхній правій частині сторінки є електронний годинник. Хронометраж потрібен для трекінгу роботи студента. У нижній

частині тексту показано номер поточної сторінки та кількість сторінок у модулі. Це може бути корисно для вибору темпу вивчення модуля.

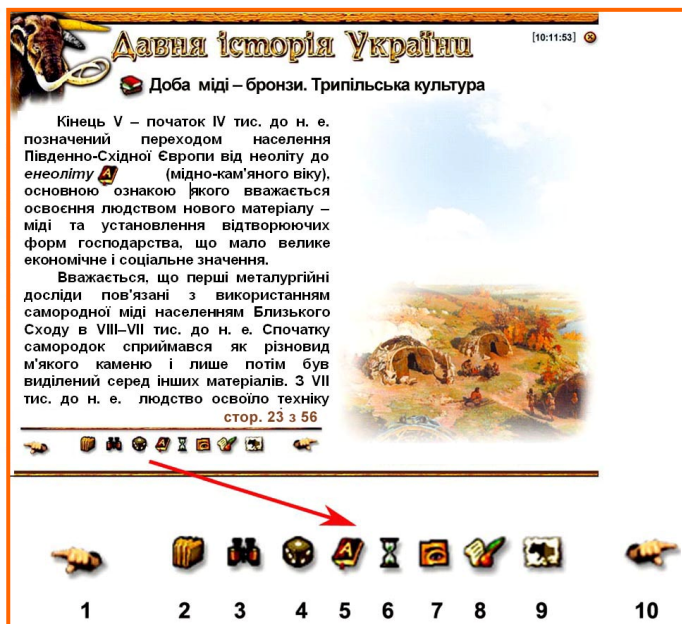


Рис. 2.23. Сторінка підручника з історії України

У нижній частині екрана розміщено інструментарій для взаємодії з інформаційним наповненням підручника (інтерфейс користувача). Кнопки управління виконано у вигляді піктограм, графіка яких дозволяє легко зрозуміти, який матеріал вона викликає. Таким чином кнопки формують інтуїтивний інтерфейс. Перерахуємо функції кнопок інтерфейсу, використовуючи нумерацію, показану в нижній частині рисунка.

За допомогою кнопок **1** та **10** здійснюють послідовний перехід сторінками підручника. Кнопка **2** викликає сторінку **Зміст**, звідки можна перейти до будь-якого розділу підручника.

Кнопкою **3** викликають вікно сервісу **Пошук**. При введенні слова для пошуку сервіс виводить номери всіх сторінок підручника, які його містять. Ці сторінки можна викликати безпосе-

редньою із цього вікна. У сторінці слово пошуку позначене кольором. Пошукова система створена програмними засобами вбудованої мови Authorware. Кнопка **4** – **Тестування** включає програму перевірки знань з вивченого модуля. Контрольні завдання створені програмними засобами системи Learning Space, тому тестування можливе тільки при підключенні комп'ютера студента до сервера системи управління навчанням. Кнопка **5** – **Словник** викликає розділ, в якому в алфавітному порядку демонструється тлумачення наукових термінів та іншомовних слів, біографії історичних осіб, розширені описи історичних подій. Послідовність подій відображена в розділі **Хронологія** – кнопка **6**.

Підручник містить близько 900 ілюстрацій. У зменшеному форматі вони розміщені безпосередньо в тому місці тексту, який ілюструють. Клацнувши мишкою на такій ілюстрації, можна проглянути її в повному масштабі. Усі ілюстрації можна переглянути, незалежно від тексту, натискаючи кнопку **7** – **Ілюстрації**. У розділі **Історичні документи** (кнопка **8**) зібрано понад 300 рукописів і документальних першоджерел. У підручнику є близько 80 історичних карт (кнопка **9** – **Карти**). Виконані за допомогою програми Flash, вони мають вбудовані засоби керування масштабом і переміщенням карти. Усі матеріали розділів **Хронологія**, **Історичні документи**, **Карти** можна викликати через гіперпосилання в тексті підручника або окремо кнопками **6**, **8** та **9**.

При розміщенні підручника на навчальному сервері ним можна користуватися через комп'ютерну мережу, а також на компакт-дисках для індивідуального користування.

## 2.4.2. Підручник з фізики

Прикладом підручника, виготовленого із застосуванням відкритого програмного забезпечення (мова HTML), є підручник з фізики (розділ "Механіка"), сторінку якого показано на рис. 2.24.

У підручнику використано стандартну навігацію WEB-браузера, а також додаткові кнопки, що дають можливість виконувати швидкий пошук, переходити до часто використовуюваного розділу демонстрацій, отримувати довідкову інформацію.



Рис. 2.24. Сторінка – слайд електронного підручника з фізики

Оскільки матеріал підручника насичений великою кількістю математичних виразів і формул, то передбачена можливість друку виділених фрагментів для подальшого опрацювання.

До курсу фізики входять розділи, вивчення та розуміння яких потребують розвиненого образного мислення, уміння аналізувати, порівнювати. Тому велике значення для розуміння фізичних явищ, процесів мають демонстрації. Особливістю підручника є велика кількість мультимедійних демонстрацій, які виконані засобами Flash (додаток 1). Це, порівняно просте в застосуванні програмне середовище, надає можливість створювати якісні анімаційні демонстрації без суттєвого збільшення інформаційного об'єму ЕНМ. У підручнику застосовані демонстрації трьох типів. Перший тип демонстрацій – **покрокове ускладнення графіки**. Спосіб його застосування покажемо на прикладі ілюстрування теми "Додавання векторів" (рис. 2.25).

Демонстрація побудована за принципом послідовної зміни кадрів, які показують дії, що треба виконати крок за кроком для досягнення мети. На кадрі (а) з'являється перший вектор  $A_1$ . При

натисканні кнопки **Далі** формується кадр (б), на якому виникає другий вектор  $A_2$ , початок якого співпадає з початком вектора  $A_1$ . Натисканням на кнопку **Далі** викликається кадр (в). Стрілка вектора  $A_2$  зміщується на кадрі паралельно самій собі й зупиняється так, щоб її початок співпав з кінцем вектора  $A_1$ . Після цього з'являється стрілка  $A_3$ , що з'єднує початок вектора  $A_1$  з кінцем вектора  $A_2$ . Таким чином демонстрація наочно вчить способу додавання векторів ( $A_1 + A_2 = A_3$ ) за правилом паралелограма.

Другий тип демонстрацій – **ілюстрування руху в динаміці**. Призначення ілюстративної анімації можна зрозуміти на прикладі демонстрації **Вільний гіроскоп**. Один із кадрів анімації зображено на рис. 2.26.

Після натискання кнопки **Старт** зображення гіроскопа утворює ілюзію обертання. Під дією пари сил ( $F_1, F_2$ ) гіроскоп починає рухатись у режимі прецесії. Причому, можна не тільки спостерігати за рухом гіроскопа, але й бачити напрями векторів та осей обертання, взаємною орієнтацією яких визначаються особливості цього руху.

Третій тип демонстрацій – **інтерактивні демонстрації**. Вони відрізняються від попередніх тим, що не тільки ілюструють процеси в динаміці, а й показують зміни перебігу подій при керуванні умовами експерименту. Наприклад, у демонстрації **Рух заряду в однорідному електричному полі** (рис. 2.27) можна задавати початкову швидкість  $V$  заряду, який влітає в однорідне

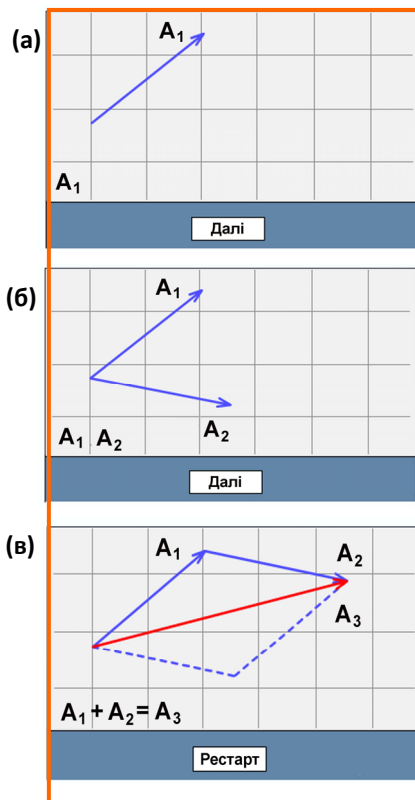


Рис. 2.25. Додавання векторів

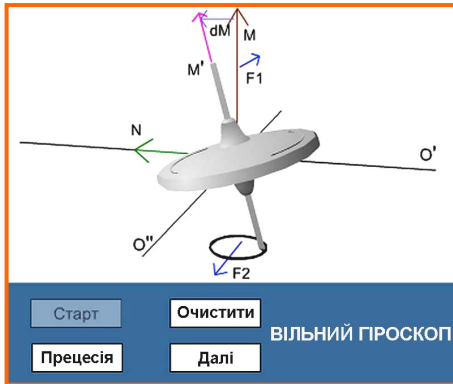


Рис. 2.26. Ілюстративна демонстрація "Вільний гіроскоп"

поле  $E$  конденсатора. Можна змінювати величину та знак  $E$ , а також довжину пластин конденсатора  $L$ . Кожного разу після зміни цих параметрів студент може бачити як це позначилось на траєкторії руху заряду.

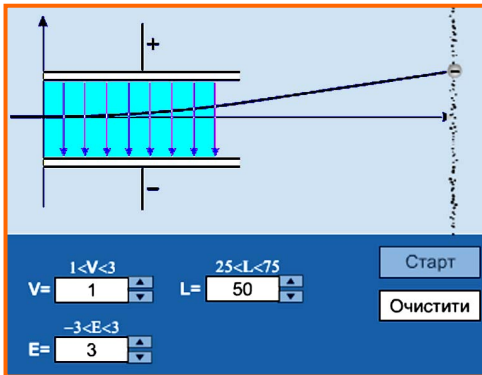


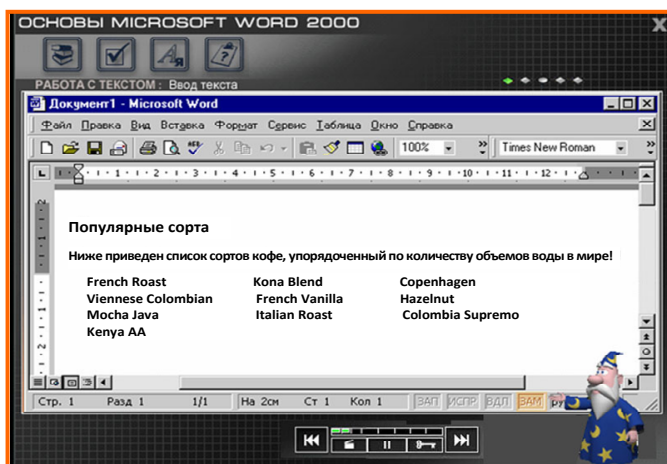
Рис. 2. 27. Інтерактивна демонстрація "Рух заряду в однорідному електричному полі"

### 2.4.3. Підручник – тренажер роботи на комп'ютері

Метою створення підручника-тренажера було не стільки надання нових знань, скільки опанування навичок користувача прикладної програми Word – широко вживаного текстового редактора з пакету Microsoft Office. Ця особливість підручника визначила вибір засобів для його створення. Це, у першу чергу, інтерактивні анімації зі звуковим супроводом. На рис. 2.28 зображено одну зі сторінок підручника-тренажера.

Центральну частину сторінки займає інтерактивне зображення інтерфейсу програми Word. Кожний урок починається зі зву-

кового супроводу, що надає інформацію з теми завдання, а спосіб його виконання показують на зображенні інтерфейсу засобами анімації (рух курсору мишки, натискання кнопки інтерфейсу тощо). Далі студент отримує аналогічне завдання для самостійного виконання. При цьому підручник автоматично перемикається на сприйняття дій студента, що працює з анімованим зображенням як з реальним інтерфейсом Word. Під час виконання вправи студент отримує зауваження про помилки та візуальні підказки. В кінці кожного уроку пропонується виконати тести для контролю засвоєння матеріалу. За результатами тестів виставляється оцінка та надаються рекомендації для подальшої роботи. Студент також може виконати вправу у реальній програмі.



**Рис. 2.28. Підручник для опанування навичок користувача прикладної програми Word**

Підручник має власні ресурси та засоби, якими може скористатися студент. На верхній панелі ліворуч розташовано кнопки виклику змісту підручника, режиму тестування, глосарія, допомоги, а в правій частині – індикатори виконання уроків. На нижній панелі розташовано кнопки навігації, старту, паузи та підказки.



Крок за кроком студент вчиться використовувати засоби для набору тексту, засвоює складніші операції редагування та створення графіки. Він тренується в зручному для нього темпі та має можливість отримати пояснення стільки разів, скільки йому необхідно для повного засвоєння вправи.

Підручник зроблено у програмному середовищі Macromedia Flash, але зараз є значно ефективніші засоби створення мультимедійних тренажерів. Наприклад, програма Adobe Captivate, особливості якої розглянуто в додатку 1, дає можливість створити такий тренажер за значно менших зусиль.

#### 2.4.4. Підручник шаблонного створення

Раніше було показано, що засоби шаблонного створення електронних підручників добре підходять для виготовлення ЕНМ спеціалізованого призначення. Це підручники, які потребують постійного оновлення. Зокрема, це стосується підручників для перепідготовки кадрів у сферах, де нормативні матеріали можуть швидко змінюватись (податкова та митна служби, банківський сектор тощо). Прикладом ЕНМ такого типу є підручник з юриспруденції "Основи адвокатської етики", створений у шаблонному середовищі Course Lab.

Навчальний курс складається із впорядкованого набору сторінок (слайдів). Типову сторінку курсу демонструє рис. 2.29.

У нижній частині слайда розташована панель управління, яка містить кнопки **Допомога**, **Зміст**, **Назад**, **Далі**.

Ресурс **Допомога** містить описи роботи системи навігації, користування змістом і системою тестування знань.

У вікні в середній частині панелі розташоване навігаційне меню, де показується назва розділу, якому належить слайд. Навігаційне меню використовують для вибіркового виклику слайдів, що також можна зробити через виклик ресурсу **Зміст** (рис. 2.29).

**МОДУЛЬ 1**

**1. Основні принципи адвокатської етики, закріплені в нормативно-правових актах України.**

Право на отримання кваліфікованої правової допомоги гарантується кожному і, як одне з найбільш значущих, дане право проголошується в ст. 59 Конституції України [ 5,15], а також в міжнародно-правових актах, зокрема, у Міжнародному пакті про громадянські і політичні права, Конвенції про захист прав людини та основоположних свобод [ 4], [6], інших міжнародних документах.

Принцип незалежності адвокатської діяльності та його зміст. Гарантії принципу незалежності встановлені [Законом України «Про адвокатуру»](#), Указ Президента України від 30 вересня 1999 року [«Про деякі заходи щодо підвищення рівня роботи адвокатів»](#), [щодо умови вступу в адвокатський корпус](#).

**Закон України "Про адвокатуру"**

(Текст взято ВРУ zakon.rada.gov.ua) (Відомості Верховної Ради України (ВВР) , 1993, N9, ст.62){ Вводиться в дію Постановою ВР N2888-XII (2888-12) від 19.12.ВВР, 1993, N9, ст. 63 {із змінами, внесеними згідно із Законами N2921-III (2921-14) від 10.01.2002, ВВР, 2002, N 16, ст. 114 N 3047-III (3047-14) від 07.02.2002, ВВР, 2002, N 29, ст. 194 N 1130-IV (1130-15) від11.07.2003, ВВР, 2004, N 8, ст. 66 N3108-IV (3108-15) від 17.11.2005, ВВР, 2006, N 1, ст. 18 N 355-V (355-16) від 16.11.2006, ВВР, 2007, N 2, ст. 12 N 614-VI (614-17) від 01.10.2008, ВР, 2009, N 13, ст. 161} (Текст документа взято з сайту Верховної Ради)

Стаття 1. Адвокатура України та її завдання. Адвокатура України є добровільним професійним громадським об'єднанням, покликаним згідно з Конституцією України (254к/96-ВР) сприяти захисту прав, свобод та представляти законні інтереси громадян України, іноземних громадян, осіб без громадянства, юридичних осіб, надавати їм іншу юридичну допомогу.

Основні адвокатської етики      Модуль 1. Сутність принципів адвокатської ді...

**Рис. 2.29. Сторінка підручника у середовищі Course Lab**

Специфіка роботи юриста полягає в частому звертанні до нормативно-правових актів, законів України, міжнародно-правових документів тощо. Усі необхідні документи входять до ресурсу підручника. Вони легко доступні користувачу через гіперпосилання в тому місці тексту, де ці документи необхідні (рис. 2.30).

У підручнику викладено основні принципи адвокатської діяльності та приклади з юридичної практики, надано завдання з розв'язання змодельованих проблемних ситуацій, що потребують оцінки як дій колег, так і власної поведінки юриста.

Навчальний матеріал поділено на модулі. Після вивчення кожного модуля користувач переходить до сторінки з тестами. Відповіді на запитання тестів є обов'язковими. У разі непра-

вільної відповіді дається підказка, але відповідь на запитання не зараховується. Залежно від результату тестування користувач отримує рекомендації щодо подальшої роботи з підручником (перехід до наступного модуля, повторення певних розділів тощо). Рекомендації супроводжуються анімаційними зображеннями викладачів, що поживає сприйняття інформації.

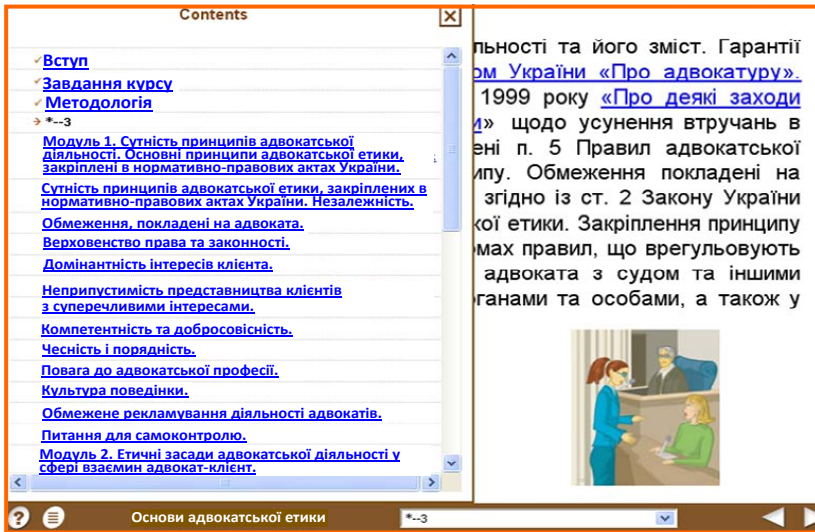


Рис. 2.30. Інтерактивні посилання в ресурсі "Зміст"

Підручник має мережеву версію, тому придатний для організації занять з підвищення кваліфікації прямо на робочому місці користувача. Рубіжні тестування рівня засвоєння матеріалу також відбуваються в мережевій системі тестування.

## 2.5. Лабораторні практикуми

У попередніх розділах було розглянуто способи створення та застосування ЕНМ, змістовне наповнення яких базується на матеріалах лекцій і семінарів. Але в повноцінному навчальному процесі необхідно, щоб, крім теоретичних знань, студент отримав практичні навички їх використання. Для цього створюються

лабораторні практикуми, при виконанні яких студент проводить різного роду вимірювання та розрахунки, набуває навичок роботи з приладами. Він також вивчає методи обробки результатів вимірювань. Лабораторні роботи сприяють не тільки розширенню знань студента, а й розвитку фахових умінь експериментатора. Тому лабораторний практикум має бути включений до навчального процесу при будь-якій формі навчання (денної, дистанційної) [23,24].

При денній формі навчання практикуми проводять у навчальних лабораторіях, де змонтовані вимірювальні стенди, призначені для дослідження певних ефектів та явищ. Наприклад, на рис. 2.31 показано стенд для виконання лабораторної роботи **Визначення швидкості звуку у повітрі**. Видно, що стенд оснащений групою приладів і спеціально розробленим макетом, призначення якого – проведення експериментів (на передньому плані рисунок).



**Рис. 2.31. Стенд лабораторної роботи "Визначення швидкості звуку в повітрі"**

При денній формі навчання для виконання практикуму студент відвідує лабораторію, де використовує прилади й спеціалізоване обладнання. Зрозуміло, що при дистанційній формі навчання такі можливості обмежені. Проблема розв'язується шляхом організації лабораторних практикумів з мережевим доступом (англ. Web Labs або Remote Labs) [25, 26]. Це дає можливість виконувати лабораторні роботи студентам, які навчаються дистанційно. Також мережеві лабораторні роботи використовують і в навчальному процесі студентів денної форми навчання. У певних випадках такі практикуми можуть мати навіть більший навчальний ефект, ніж їх виконання у звичайній лабораторії.

Для створення мережевих практикумів використовують лабораторні роботи принципово різних типів: віртуальні симуля-

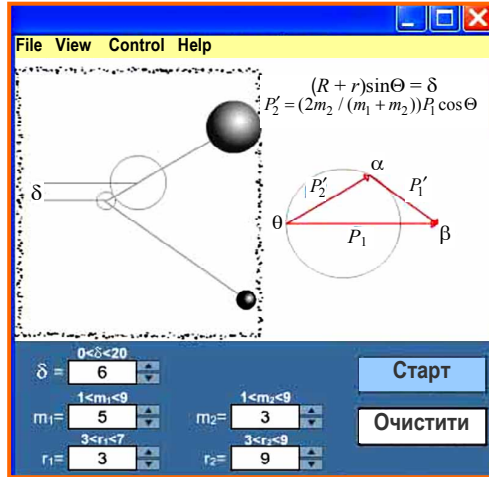
тори (Virtual Simulators) [25,26] та лабораторні роботи дистанційного керування (Remote Control Labs) [27].

**Віртуальні симулятори** (ВС) – це засоби, які відтворюють на дисплеї комп'ютера *зовнішні ознаки* наслідків керування дослідником умовами експерименту. Цього можна досягти двома шляхами: створюючи анімаційне відображення результатів розрахунку чи відтворюючи результати реальних експериментів. Зупинимось на цьому докладніше.

### 2.5.1. Віртуальні симулятори – аніматори розрахунків

В основу роботи ВС анімаційного типу закладено комп'ютерну програму для проведення розрахунків за формулами, що описують досліджуваний процес. У програмі також є засоби, що відтворюють на екрані комп'ютера модель реальних подій у фізичному просторі та часі [28–30]. За мірою розвитку процесу результати розрахунків змінюються, і це знаходить відображення в зміні візуальної картини, яка демонструє перебіг подій. Пояснимо це на прикладі інтерактивної лабораторної роботи з фізики – **Пружний удар куль**. Метою роботи є вивчення змін у русі двох куль після їх зіткнення, залежно від початкових умов експерименту. Зображення інтерфейсу лабораторної роботи показано на рис. 2.32.

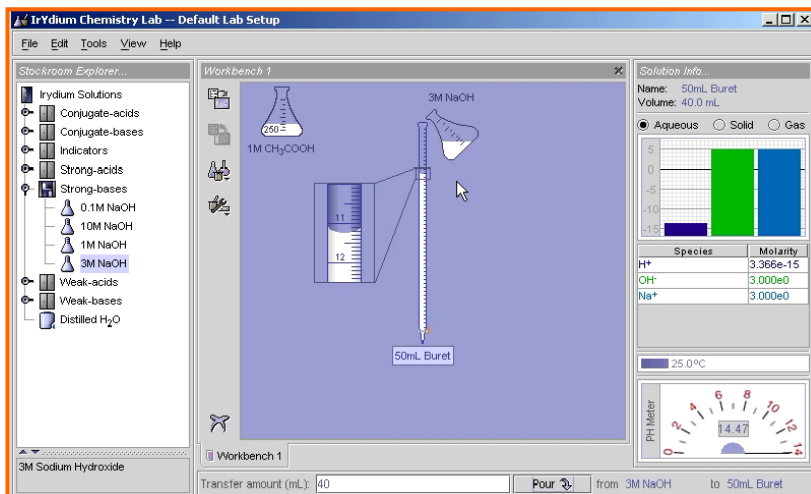
У верхній лівій частині розташоване поле анімації руху куль, у правій – розрахункові формули та векторна діаграма імпульсів. У нижній частині інтерфейсу наявна панель управління експериментом. "Натискаючи" курсором мишки кнопки панелі управління, студент задає початкові умови експерименту: прицільну відстань  $\delta$ , маси ( $m_1$ ,  $m_2$ ) і радіуси ( $r_1$ ,  $r_2$ ) куль. Після натискання кнопки **Старт** кулі починають рухатись, зіштовхуються та розлітаються під різними кутами. Траєкторії руху куль розраховує комп'ютер за формулами, що закладені до програмного забезпечення лабораторної роботи. Одночасно будується розрахована векторна діаграма імпульсів куль, де показано величини та напрямки імпульсів куль після зіткнення та кути їх розльоту.



**Рис. 2.32. Інтерфейс інтерактивної лабораторної роботи з фізики "Пружний удар куль"**

Виконуючи лабораторну роботу, студент послідовно змінює початкові параметри задачі, а комп'ютерна програма розраховує та показує результат у динаміці. Інтерактивна взаємодія студента з комп'ютером відбувається за принципом **дія – наслідок**. У цьому прикладі, завдяки одночасному спостереженню змін у русі куль та зображенні імпульсної діаграми, явище зіткнення демонструється навіть більш наочно, ніж при застосуванні реального лабораторного стенду. До речі, створення такого стенду є достатньо складним завданням, оскільки технічно важко реалізувати в механічному виконанні гнучкі зміни таких параметрів експерименту, як прицільна відстань, маси та радіуси куль, а також виміряти кути розльоту.

Розглянемо приклад з іншого розділу природничих наук – програму ВС лабораторії неорганічної та аналітичної хімії, яка розташована у вільному доступі [3]. Віртуальна хімічна лабораторія (Virtual Chemistry Laboratory) побудована так, що студент отримує практично ті самі навички й знання, як і при роботі в реальній лабораторії. Взаємодія з віртуальною лабораторією відбувається через інтерактивний інтерфейс з дисплея комп'ютера. Вигляд робочого столу лабораторії зображено на рис. 2.33.



**Рис. 2.33. Інтерфейс віртуальної хімічної лабораторії**

На лівій панелі студент може вибирати необхідні хімічні матеріали з "шафи" реагентів. Лабораторне устаткування: колби, мірні склянки, пробірки, піпетки, бюретки, газові пальники, ваги, чашки для випарювання тощо доступні в меню Робоча шафа (Workbench). Посуд з реактивами студент переміщує мишею на робочу частину інтерфейсу (центральна панель). Тут він "змішує" необхідні кількості реагентів, "нагріває" їх, спостерігає за "температурою", процесами "кипіння", "виділенням газу", "випадінням осадів". Про кількісні наслідки реакцій інформує права панель інтерфейсу. Віртуальна лабораторія надає студентам можливість проводити експерименти, не обмежуючи їх творчість заздалегідь підготовленим набором можливих сценаріїв розвитку подій. Хід хімічних експериментів базується на вбудованій термодинамічній моделі, яка автоматично розраховує хімічну рівновагу й теплові ефекти реакцій.

Важливо зазначити, що за допомогою віртуальних симуляторів такого типу можуть бути відтворені явища, що важко чи неможливо спостерігати на реальному лабораторному стенді (напр., вибухонебезпечне дослідження з хімії, падіння об'єкта з орбіти тощо).

Зауважимо, що анімації та інтерактивні демонстрації знаходять застосування й для звичайного ілюстрування фізичних явищ під час вивчення теоретичної частини навчальних матеріалів. Це докладно розглянуто в п. 2.3.1, а програмні продукти для створення анімацій наведені в додатку 1.

### **2.5.2. Віртуальні симулятори – відтворювачі реальних експериментів**

ВС анімаційного типу дають можливість для вивчення причинно-наслідкових зв'язків у досліджуваному явищі, але експериментатор є практично відстороненим від вимірювань та обробки даних. У цьому сенсі значно більш наближені до лабораторних досліджень роботи на базі ВС, що відтворюють результати реальних експериментів. Розробники такого симулятора спочатку проводять дослідження на реальному науковому обладнанні за планом майбутньої лабораторної роботи. Результати вимірювань накопичують у базі даних. Ця база стає джерелом "експериментальних даних" для віртуального симулятора. При виконанні досліджень на ВС студент задає значення вхідних параметрів, а відповідні їм дані вимірювань надходять з бази "експериментальних даних". Інтерфейс користувача ВС розробляють максимально схожим на панелі керування в сучасному дослідницькому обладнанні. Важливо, що при створенні ВС такого типу можна задавати вплив на результати експерименту таких факторів, як швидкодія, точність приладів, а також, вводити похибку вимірювань, що обов'язково присутня в реальних наукових дослідженнях.

Дані віртуального дослідження відтворюються на моніторі у вигляді графіків або таблиць. У складних ВС при отриманні "експериментальних даних" результат кожного "спостереження" може бути визначений інтерполяцією даних із вибраної залежності та додаванням випадкової похибки. Величина похибки розраховується на основі характеристик приладів, що використовуються. Крок зміни аргументу може бути довільним, а його значення заокруглюються до величини, кратної кроку вимірювань віртуального приладу. На результат віртуального дослід-

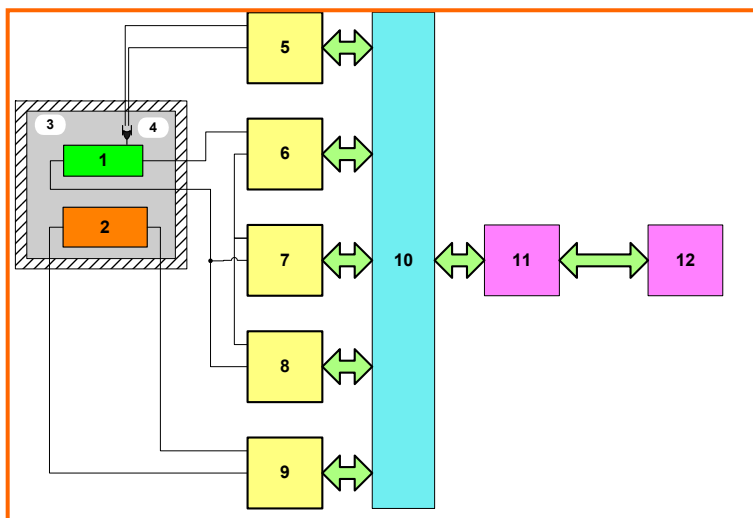


ження накладатиметься випадкова похибка, що задається викладачем або студентом. Зменшення кроку зміни аргументу та збільшення кількості "спостережень", за якими здійснюється усереднення, підвищує точність результатів, але збільшує час "експерименту". Таким чином, перед студентом, як і в реальному експерименті, постає задача вибору умов, які забезпечують найкраще співвідношення точності результатів і часу "вимірювань". Результати послідовно проведених експериментів відрізнятимуться один від одного, а затримки у відображенні даних – відповідатимуть часу встановлення режимів дослідження та часу вимірів на реальній установці. Необхідною є також екстраполяція вихідних даних і моделювання реакцій об'єкта досліджень на впливи експериментальних чинників, особливо за умов критичних та аварійних режимів.

Корисним інструментом ВС є спосіб "підвищення швидкодії обладнання", яке дає можливість у стислі терміни дослідити вплив різних параметрів експерименту на його точність. Розвиток указаних підходів за умови творчої співпраці програмістів і викладачів наближує виконання лабораторної роботи до реальної і дає можливість студенту отримати навички науково-дослідної роботи.

### **2.5.3. Лабораторні роботи дистанційного керування**

За допомогою комп'ютерної мережі студенти можуть взаємодіяти з цілком реальним обладнанням і виконувати лабораторні роботи дистанційного керування (Remote Control Labs), які відрізняються від звичайних, тобто таких, що виконуються безпосередньо в приміщенні лабораторного практикуму, тільки через взаємодію з устаткуванням: студент керує виконуючим обладнанням та одержує інформацію від вимірювальних приладів через канали віддаленого доступу в комп'ютерній мережі [31–33]. На відміну від віртуальних симуляторів, у ЛРДК досліджують реальний об'єкт й отримують реальні експериментальні результати. Блоки взаємодії студента з ЛРДК показано на рис. 2.34.



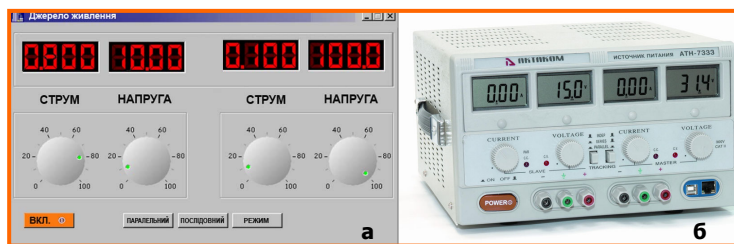
**Рис. 2.34. Блок-схема установки з вивчення температурної залежності провідності напівпровідника:**

1 – зразок, 2 – нагрівач, 3 – термостат, 4 – термопара,  
 5 – вольтметр, 6 – амперметр, 7 – вольтметр,  
 8, 9 – джерела живлення, 10 – блок збору інформації,  
 11 – сервер лабораторії, 12 – віддалений користувач

Віддалений студент 12 підключений через комп'ютерну мережу до сервера дистанційної лабораторії 11. Якщо студент має права доступу, то на дисплеї комп'ютера 12 він отримує списки лабораторних практикумів і робіт. "Мишкою" студент обирає лабораторну роботу для виконання, згідно із навчальним планом. Пояснимо це на прикладі ЛРДК з вивчення температурної залежності провідності напівпровідника.

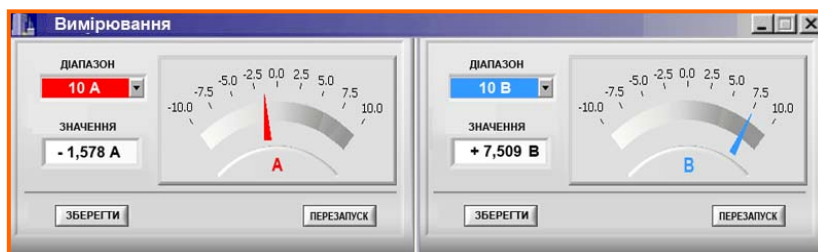
На екрані комп'ютера з'являється блок-схема лабораторного стенду (блоки 1–10 рис. 2.34). Для вимірювань і керування експериментом використовують дистанційно-керовані прилади. Блок 10 збирає та передає дані з усіх приладів схеми. У ньому потік даних перетворюється на формат, придатний для передавання комп'ютерною мережею. Блок 10 є необхідною складовою всіх дистанційних лабораторних робіт. Наявність інших блоків визначається конкретним завданням дослідження. Зображення

блоків на екрані комп'ютера інтерактивні: при натисканні на них "мишкою" викликається інтерфейс відповідного приладу. Наприклад, після натискання на зображення блоку 9 на екрані комп'ютера з'являється інтерфейс управління блоком живлення (рис. 2.35 а), зовнішній вигляд якого є подібним до панелі керування реального приладу (рис. 2.35 б).



**Рис. 2.35. Інтерфейс дистанційного управління – а, зовнішній вигляд блока живлення – б**

За допомогою цього інтерфейсу студент може дистанційно керувати ввімкненням і вихідною напругою реального джерела живлення, що розташоване в лабораторії навчального центру. Так само дистанційно він може знімати покази вимірювальних приладів. Рис. 2.36 демонструє інтерфейси амперметра та вольтметра.



**Рис.2.36. Інтерфейси: а – амперметра; б – вольтметра**

При виконанні дистанційної лабораторної роботи студент дотримується такого самого порядку дій, що й при безпосередньому перебуванні в лабораторії. Наприклад, він викликає інтерфейс джерела живлення 8, вмикає його та задає робочу напругу на зразок 1. Ця напруга вимірюється вольтметром 7 і встановлю-

ється такою, щоб протікання струму не призводило до помітного нагрівання зразка. Струм, що проходить через зразок, студент контролює, викликавши інтерфейс амперметра 6. Далі, спостерігаючи інтерфейс вольтметра 5, студент знімає покази термопари 4 і знаходить початкову температуру в термостаті 3. Включає джерело живлення 9 нагрівача 2. Температура зразка починає поступово підвищуватися. Студент фіксує напругу і струм зразка приладами 7 і 6 при кожному послідовному значенні температури. На основі цих даних студент розраховує залежність провідності напівпровідника від температури, отримання та пояснення особливостей якої було метою дослідження.

Наведений приклад простої лабораторної роботи взято для зрозумілого пояснення способу виконання ЛРДК. На практиці найбільш доцільним є використання ЛРДК для створення практикуму на базі складних автоматизованих лабораторних робіт або унікальних дослідницьких установок. Прикладом може бути установка для дослідження поверхні напівпровідника за методом динамічного конденсатора [34].

У роботі проводиться вимірювання контактної різниці потенціалів уздовж поверхні пластини кремнію з метою визначення таких параметрів матеріалу, як час життя неосновних носіїв заряду та довжина дифузійного зміщення. Керування експериментом здійснюється послідовно з окремих інтерфейсних вікон виконуючих пристроїв. Студент виконує роботу покроково. Спочатку задає умови експерименту: швидкість руху зразка, довжину лінії сканування, величини кроків вимірювань і їх кількість, моменти ввімкнення та вимкнення лазерного освітлення тощо. Після цього включає режим автоматичних вимірювань й отримує масив експериментальних даних, які накопичуються в окремому файлі та графічно відображаються на екрані його комп'ютера (рис. 2.37).

На рисунку можна бачити не тільки розподіли контактної різниці потенціалів, що отримані в дослідженні, але й усі кнопки керування експериментом. Обробивши масив експериментальних даних, студент знаходить фізичні параметри, які має визначити за умовами лабораторної роботи, та оформлює звіт.

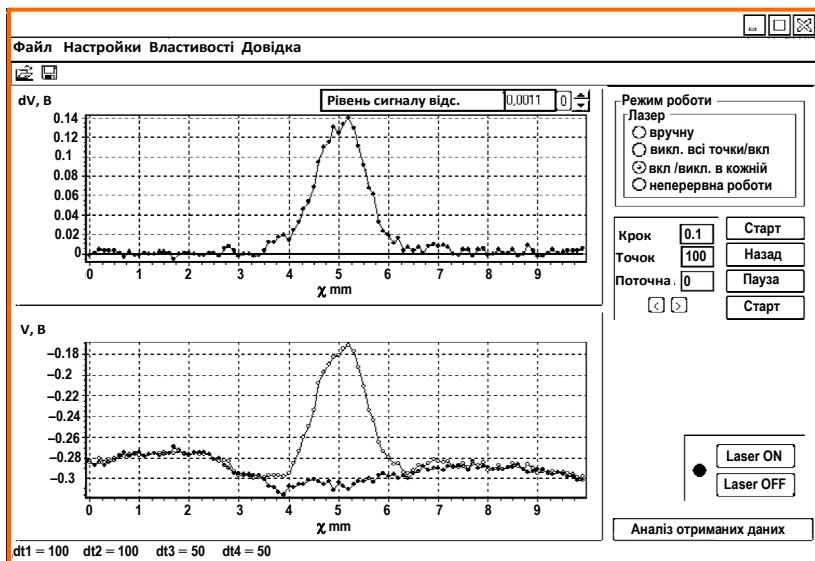


Рис. 2.37. Вікно інтерфейсу на комп'ютері студента

#### 2.5.4. Об'єднання ресурсів навчальних і дослідницьких центрів

Впровадження технології дистанційних досліджень відкриває перспективи кооперації різних навчально-дослідницьких організацій [31–33]. Можна назвати принаймні дві причини, які призводять до позитивних наслідків їх взаємодії:

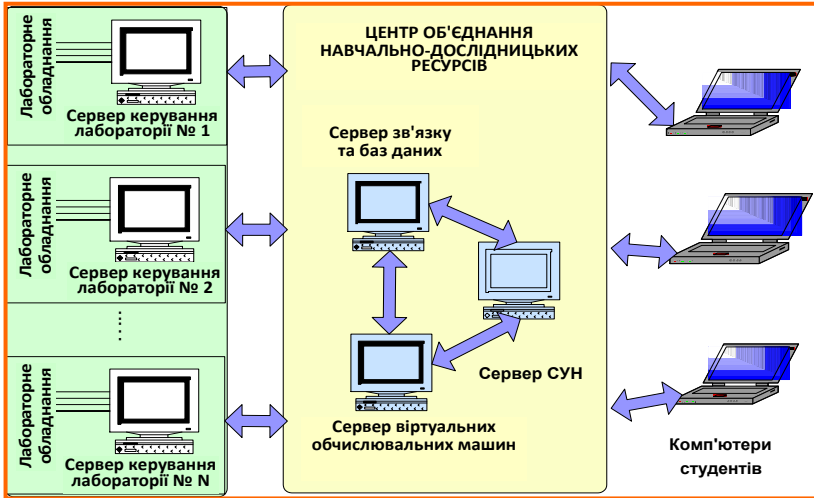
- підвищується освітній потенціал організацій за рахунок збільшення кількості дистанційних лабораторних робіт, що можуть бути використані в навчальному процесі кожного закладу;
- підвищується загальний науково-дослідний рівень установ за рахунок спільного використання унікального обладнання кожного з учасників.

Розглянемо порядок створення лабораторної роботи дистанційного керування (ЛРДК). Спочатку розробляється навчальний зміст лабораторної роботи, потім – вимірювальна схема та конструкція допоміжного обладнання. Після закупівлі приладів

створюють лабораторний стенд. Оснащують його комп'ютерним обладнанням і програмним забезпеченням, що необхідні для взаємодії стенду з телекомунікаційною мережею. Підключають стенд до навчального сервера та виконують налаштування програмно-апаратного комплексу. Таким чином на створення лабораторних робіт дистанційного керування необхідні значні капіталовкладення та витрати часу. Тому розв'язання проблеми наповнення практикумів необхідною кількістю лабораторних робіт є досить складним завданням для навчальної організації. Воно може бути розв'язане шляхом спільного використання ЛРДК, що вже функціонують в навчальних закладах. Для цього достатньо організувати впорядкований мережевий доступ до лабораторних ресурсів кількох навчальних центрів. Одночасно розв'язується й завдання об'єднання науково-дослідних ресурсів.

У першу чергу йдеться про використання унікального обладнання (прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські аналізатори, спектрометри, обладнання для космічних та астрономічних досліджень тощо). Саме віднесення обладнання до розряду унікального означає, що воно створене в одиничних екземплярах, має високу вартість і потребує спеціальних умов експлуатації (наявність окремого приміщення, кваліфікованого персоналу, відповідного енерго-, газо-, водопостачання тощо). З огляду на це одна організація не може мати велику кількість унікального обладнання, тому воно звичайно розподілене по різних закладах. При створенні технічних умов для дистанційного керування цим обладнанням ефективність його використання суттєво зростає. Унікальне обладнання стає доступним для дослідників багатьох установ.

Для координації використання ресурсів різних організацій створюється спеціальний підрозділ, наприклад "Центр об'єднання навчально-дослідницьких ресурсів". До завдань такого Центру мають входити: технічна підтримка комп'ютерного забезпечення, накопичення й безпечне зберігання навчальних матеріалів, науково-методична підтримка користувачів, адміністративно-організаційна робота. Структуру "Центру" і його взаємозв'язки з лабораторіями та користувачами схематично зображено на рис. 2.38.



**Рис. 2.38. Структура "Центру об'єднання навчально-дослідницьких ресурсів"**

У лівій частині рисунку схематично показано лабораторії різних університетів, науково-дослідних інститутів та інших організацій. Це можуть бути як навчальні, так і наукові лабораторії. У перших – зосереджені практикуми з віртуальними та дистанційно керованими лабораторними роботами; в інших – науково-дослідні установки з унікальним обладнанням. Усі лабораторії мають мережевий зв'язок із "Центром", який створюють в одній з організацій об'єднання.

"Центр" укомплектовано принаймні трьома потужними комп'ютерами-серверами (рис. 2.38):

- 1. Сервер зв'язку та баз даних** підтримує засоби зв'язку між лабораторіями різних організацій і віддаленими користувачами. На сервері розташовані постійно поповнювана база експериментальних даних, програмне забезпечення практикумів і наукових лабораторій. У базі даних також наявне й методичне забезпечення навчання. Воно містить навчальні матеріали для вивчення теоретичних положень за темами лабораторних робіт, інструкції для їх виконання, розрахунків і представлення результатів досліджень.

**2. Сервер віртуальних обчислювальних машин** забезпечує взаємодію різних лабораторій, комп'ютери керування обладнанням яких працюють під різними операційними системами. Він дає можливість створювати окремі програмні середовища, що імітують апаратні засоби фізичного комп'ютера й дають можливість працювати з кількома операційними системами одночасно.

**3. Сервер управління навчанням** підтримує проведення адміністративно-організаційної роботи, що включає керування порядком проведення лабораторних робіт студентами, згідно із розкладом, надання доступу тільки зареєстрованим користувачам, контроль за дотриманням правил користування обладнанням і навчальними матеріалами. На сервері СУН розташований сайт "Центру", який надає інформаційну підтримку учасникам навчального процесу. На сайті розміщені плани занять, проведення консультацій і виконання контрольних робіт. "Центр" підтримує засоби інтерактивної взаємодії студента з навчальним матеріалом.

Для підвищення надійності роботи "Центру" передбачено дублювання каналів зв'язку та засоби програмного захисту від аварійних режимів і втрати даних.

### **2.5.5. Місце дистанційних практикумів у навчальному процесі**

Як відбувається виконання лабораторних робіт у дистанційному практикумі? Студент зі свого комп'ютера заходить на сайт "Центру" і, після авторизації, отримує доступ до методичних матеріалів з підготовки до лабораторної роботи, яку треба виконати. Він вивчає теоретичні відомості за темою роботи, ознайомлюється зі схемою вимірювальної установки та інструкцією з її використання, отримує вказівки про порядок проведення вимірювань й обробки експериментальних даних. Ця підготовча робота закінчується комп'ютерним тестуванням рівня засвоєння навчального матеріалу. Якщо студент отримує позитивну оцінку, система допускає його до виконання лабораторної роботи. Після закінчення вимірювань він проводить розрахунки, робить висновки та складає звіт. Уся інформація про хід виконання лабораторної роботи студентом, разом зі звітом, надходить на збе-



реження до бази даних "Центру". Звідси інформація стає доступною для викладача. Студент також може спілкуватися з викладачем й під час виконання роботи. За допомогою засобів зв'язку він отримує поради та консультації. Тому однією з вимог, що висуваються до роботи "Центру", є широке використання діалогових режимів взаємодії.

Порядок роботи студента в мережевому практикумі такий самий, як і в приміщенні звичайної лабораторії. Навіть те, що студент керує приладами дистанційно, не спричиняє суттєвих відмінностей. Справа в тому, що сучасні експериментальні установки звичайно автоматизовані й дослідник керує ними за допомогою комп'ютера з таким самим інтерфейсом, як і в дистанційній лабораторній роботі.

Принципова відмінність полягає в тому, що в реальній лабораторії студент має можливість побачити в деталях обладнання та прилади. Це найбільш важливо при роботі з унікальним обладнанням, що наявне тільки в цій лабораторії. У студента складається враження про розміри та взаємне розташування окремих блоків установки, наявність додаткового устаткування (живлення, вентиляція тощо). Він може з'ясувати призначення тих органів керування, які не показані на комп'ютерному інтерфейсі. Під керівництвом викладача студент навіть може внести зміни до схеми та провести переналадження установки. Прямі контакти з викладачем діють як додатковий навчальний фактор і створюють психологічну атмосферу дослідницької лабораторії.

Таким чином, віртуальні та дистанційно керовані лабораторні роботи є достатньо ефективними навчальними засобами. Виконуючи їх, студент отримує знання та навички практично такі самі, як і при роботі в навчальній лабораторії. В той самий час дистанційний практикум не може бути єдиним засобом для отримання студентом навичок і вмінь експериментатора. Необхідно, принаймні, щоб частину робіт студент виконав у приміщенні лабораторії на реальних приладах та обладнанні. Студенти дистанційної форми навчання можуть це робити під час планових відвідувань навчальних організацій.

## Література до розділу 2

1. Learn English Using English Discoveries [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://techno-ware-esl.com/>– Title from the screen.
2. Free Online Course Materials MIT OpenCourseWare [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://ocw.mit.edu/index.htm/>– Title from the screen.
3. Online Resources for Teaching and Learning Chemistry [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.chemcollective.org/applets/vlab.php/>– Title from the screen.
4. Crocodile Chemistry Software [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.crocodile-clips.com/en/Crocodile\\_Chemistry/](http://www.crocodile-clips.com/en/Crocodile_Chemistry/)– Title from the screen.
5. Virtual Chemistry Laboratory [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.eduwiki.uran.net.ua/wiki/images/6/60/VLab.1.5.RU.zip> /– Title from the screen.
6. Virtual Chemistry [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>– Title from the screen.
7. STAR: Genetics – Home [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://star.mit.edu/genetics/index.html?gclid=CJauplzR47ACFUVc3wodiSx61w/>– Title from the screen.
8. Жарких, Ю.С. Віртуальний фізичний лабораторний практикум як складова ланка дистанційного навчання / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третяк // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. – 2010. – Вип. 22. – С. 116-120.
9. Google Art Project [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.googleartproject.com/ru/>– Title from the screen.
10. Социальные сети [Electronic Resource]. – Режим доступа : URL : <http://www.social-networking.ru/>– Название с экрана.
11. Language Learning with Livemocha, Learn a Language Online – Free! [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.livemocha.com/>– Title from the screen.
12. The World Digital Library. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.wdl.org/en/>– Title from the screen.
13. Bookeye Scanners and Copiers Specifications [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.aisolutionsinc.com/bookeye.htm/>– Title from the screen.
14. Стародруки [Electronic Resource]. – Режим доступа : URL : <http://rarebooks.univ.kiev.ua/>– Назва з екрана.
15. Moodle.org: Open-Source Community-Based Tools for Learning [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://moodle.org/>– Title from the screen.
16. ILIAS E-Learning [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.ilias.de/>– Title from the screen.

17. Редактор электронных курсов CourseLab [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [www.courselab.ru./](http://www.courselab.ru/)– Название с экрана.

18. Жарких, Ю.С. Застосування продуктів Macromedia в організації електронного навчання / Ю.С. Жарких, О.О. Ларін // Вісник Київ. ун-ту. Сер. Кібернетика. – 2005. – Вип.6. – С. 65-68.

19. Жарких, Ю.С. Міжнародні стандарти електронних навчальних матеріалів / Ю.С. Жарких, Ю.В. Рудник // Вісник Київ. ун-ту. Сер. Кібернетика. – 2005. – Вип.6. – С. 60-62.

20. Про авторське право і суміжні права : Закон України (у редакції Закону України від 11.07.01 № 2627-III) // Голос України. – 2001. – № 146.

21. Федорук, П.І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Internet-технологій / П.І. Федорук. – Ів.-Франківськ : Плай, 2008. – 326 с.

22. Жарких, Ю.С. Мультимедійний підручник "Історія України" / Ю.С. Жарких, О.О. Ларін, Ю.В. Рудник, К.О. Третяк – 80 Min / 700 MB. – К. : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2005. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium II; 124 Mb RAM; Windows 2000, XP; – Назва з контейнера.

23. Жарких, Ю.С. Лабораторні роботи в дистанційному навчанні / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третяк, А.Г. Шкавро // Новий колегіум. – 2009. – № 5. – С. 45-53.

24. Жарких, Ю.С. Проблеми організації лабораторного практикуму в процесі електронного навчання / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, А.Г. Шкавро // Наук. записки Терноп. пед. ун-ту. – Тернопіль, 2011. – Вип.1. – С. 72-78.

25. Жарких, Ю.С. Науково-методичні й навчальні проблеми віртуального лабораторного практикуму / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь // Теорія та методика електронного навчання : зб. наук. праць. – Вип. 1. – Кривий Ріг : Видав. відділ НметаАУ. – 2010. – С. 93-100.

26. Prieto-Blázquez, J. An Integrated Structure for a Virtual Networking Laboratory / J. Prieto-Blázquez, J. Arnedo-Moreno, J. Herrera-Joancomartí // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2008. – V. 55. – № 6. – P 308-318.

27. Ma, J. Hands-on, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review / J. Ma, J.V. Nickerson // ACM Computer Service. – 2006 – V. 38. – № 3. – P. 7–10.

28. Noor, A. K. Simulation of Physical Experiments in Immersive Virtual Environments / A.K. Noor, T.M. Wasfy // Engineering Computations: Int. J. for Computer-aided Engineering and Software. – 2001. – V. 18. – № 3-4. – P. 515– 538.

29. Жарких, Ю.С. Організація віртуальних лабораторних практикумів при вивченні фізики / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третяк // зб. наук. праць Кам'ян.-Поділь. ун-ту. Сер. педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2008. – Вип.14. – С. 128-131.

30. Бунак, С.В. Віртуальні вимірювання в симуляторах лабораторних робіт з фізики / С.В. Бунак, Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, О.В. Третьак, А.Г. Шкавро // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Фізико-математичні науки. – 2009. – Вип. 1. – С. 171-176.

31. Жарких, Ю.С. Об'єднання навчальних ресурсів університетів для створення дистанційних лабораторних практикумів / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третьак О.В. // Вища школа. – 2011. – №10. – С. 71-81.

32. Zharkikh, Y.S. Integration virtual experiments content into e-learning courses / Y.S. Zharkikh, S.V. Lysochenko, B. B Suse, O.V. Tretyak // Матер. Междунар. научно-практ. конф. "Дистанционные технологии в образовании–2011. Караганда : КЭУ. – С 134-138.

33. Жарких, Ю.С. Электронные лабораторные практикумы как объединенный учебный ресурс / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третьак // Матер. XI междунар. научно-метод. конф. "Физическое образование: проблемы и перспективы развития". – М. : МПГУ – 2012. – Ч. 2. – С.141-145.

34. Жарких, Ю.С. Універсальні вимірювально-керуючі комплекси / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, О.В. Третьак // Вісн. НТУ. – Харків : ХПИ. – 2005. – №35. – С. 85-93.

□□□□

## Розділ 3

# КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ ЗНАТЬ

oo

### 3.1. Тестовий принцип установлення рівня знань

Тестова перевірка знань (тестування) – це спосіб встановлення рівня знань різних груп людей за допомогою формалізованих завдань [1–7]. За допомогою тестування визначають рівень знань учнів, студентів, представників різних професій (службовці, медичні робітники, військові тощо). Вони виконують набори завдань, які називають тестами. Від традиційних іспитів чи заліків тестування відрізняється, в першу чергу, тим, що контролюючий спеціаліст практично повністю відсторонений як від призначення завдань, так і від оцінювання їх виконання. Вважається, що тестування є найбільш об'єктивним і технологічним засобом оцінювання знань, тому його застосовують, наприклад для масової сертифікації випускників шкіл [8]. Тестування стає незамінним інструментом для проведення іспитів великої кількості людей за темами, які потребують багато формальних знань: правила руху транспорту, техніка безпеки, іноземна мова (TOEFL) [9–11].

Серед способів проведення тестування можна виділити як найбільш вживані паперовий і комп'ютерний. При паперовому способі тестування учні отримують аркуші паперу, на яких надруковані тестові завдання. Учні знаходять правильні відповіді й позначають їх. Більшість паперових тестів розроблено так, що перегляд аркушів, перевірка правильності відповідей і підрахунок кількості набраних балів можуть виконуватись комп'ютерними засобами.

При комп'ютерному тестуванні учень взаємодіє тільки з комп'ютером. Завдання він бачить на дисплеї, відповіді вводить із клавіатури чи помічає "мишкою", оцінку разом із роз'ясненнями результатів – отримує відразу по закінченні виконання тесту.

Отже, комп'ютерне тестування є більш технологічно досконалим, ніж паперове. Але після паперового тестування залишається тверда копія відповіді, яка виконує роль документа, що підтверджує факт виконання тестування. Тобто паперовий носій застосовують як міру запобігання від фальшування. У той самий час сучасні методи захисту комп'ютерних мереж від несанкціонованого втручання досягли такої високої надійності, що від застосування значної кількості паперових документів відмовились навіть у банківських та адміністративних системах. Тому слід очікувати, що й тестування в подальшому відбуватиметься винятково на комп'ютерній основі.

### 3.2. Комп'ютерне тестування

Комп'ютерне тестування не має альтернатив при створенні електронних навчальних матеріалів (ЕНМ) і впровадженні дистанційного навчання (ДН). Дійсно, ЕНМ є суто комп'ютерним засобом, тому всі його складові мають бути виконані на комп'ютерній основі. Крім того, для проведення дистанційного навчання надзвичайно важливо, що такий вид тестувань придатний для контролювання знань через комп'ютерні мережі.

Комп'ютерні тести можуть бути вмонтовані в різні місця підручника та призначені для виконання кількох функцій. Підручник, розділений на змістовні модулі, має окремі розділи в межах модуля. **Виконання тестів у кінці кожного розділу** сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Тести звичайно призначені для самоконтролю. Мета їх – надати студенту впевненість, що він правильно зрозумів навчальний матеріал й може переходити до вивчення наступного розділу. Крім перевірки знань, тести можуть виконувати навчальну функцію: при помилках у відповідях тестова система надасть підказку, пораду чи рекомендацію для правильного розуміння окремих положень теми. Такий швидкий зворотній зв'язок надає підручнику інтерактивних властивостей.

Наступний рівень тестування – **модульне контролювання**, яке завершує роботу студента над кожним модулем. Воно є більш відповідальним, оскільки має на меті встановлення рівня засво-

ення навчального матеріалу всього модуля. Оцінка в балах за виконання тесту враховується в модульно-рейтинговій системі оцінювання знань [12]. Крім того, вона визначає порядок подальшого просування студента підручником. Комп'ютерна програма інтерактивного підручника повертає студента на повторне вивчення модуля, якщо він набрав суму балів, меншу за зумовлену як достатню. Якщо підручник є адаптивним, то комп'ютерна програма тестування направляє студента на вивчення модуля у спрощеному вигляді.

Результати тестувань за розділами та модулями викладач отримує через механізм трекінгу. Це дає йому змогу корегувати навчальну роботу студента.

Роботу над матеріалом навчального курсу завершують **тести рубіжного контролю**. Їх виконання прирівнюють до складання іспитів. Відповідно і результати цього тестування мають велике значення для визначення остаточної оцінки знань студента. Тому при проведенні рубіжного тестування створюють умови для запобігання фальсифікацій. Перш за все, рубіжні тести розміщують на навчальному сервері окремо від електронного підручника. Тестування відбувається в спеціально обладнаному класі під наглядом викладача рис. 3.1.



Рис. 3.1. Тестування у спеціально обладнаному класі

Студенти отримують доступ до тестів тільки з комп'ютерів цього класу безпосередньо на початку тестування. Такий спосіб складання іспитів за допомогою комп'ютерної мережі застосовують і в дистанційному навчанні. Так само у всьому світі проводять іспити на отримання сертифіката фахівця відомі корпорації Microsoft, Intel, Cisco.

Отже, у загальному випадку, комп'ютерне тестування розглядається як окремий засіб інформаційних технологій в освіті. Його використовують для моніторингу успішності навчання студентів. Крім поточного та рубіжного контролювань, воно може бути застосоване для проведення контрольних робіт і колоквиумів. Комп'ютерне тестування стає дуже доречним при проведенні частих однотипних контролювань рівня підготовленості великої кількості студентів, наприклад тестування ступеня їх підготовки до виконання лабораторних чи практичних робіт. Добре складені тести дають змогу провести оперативне та глибоке контролювання знань без зайвого емоційного напруження як студентів, так і викладачів.

### **3.3. Тестові завдання**

При виконанні тесту студент отримує набір завдань. Завдання створюють у формах, що придатні для перевірки відповідей комп'ютерними засобами. Справа в тому, що комп'ютерні програми здійснюють перевірку виконання завдань шляхом порівняння кодів наданої відповіді з кодами відповіді, що закладена як правильна. Відповідь зараховується, якщо ці коди повністю співпали. Тому для створення тестових завдань використовують досить обмежений набір шаблонних форм, які підходять для реалізації алгоритму порівняльних перевірок [13, 14].

#### **3.3.1. Стандартні форми тестових завдань**

Наведемо найбільш вживані форми завдань із прикладами для різних дисциплін [15, 16].



## ПЕРША ФОРМА ЗАВДАННЯ

### ВИБІР ОДНІЄЇ ПРАВИЛЬНОЇ ВІДПОВІДІ (SINGLE CHOICE )

Таке завдання може бути сформульоване в кількох варіантах.

#### **а) вибір однієї відповіді із двох наданих**

Завдання з фізики

*Виберіть правильне твердження:*

Сили Коріоліса діють на матеріальне тіло, якщо воно...

- 1) рухається в неінерціальній системі відліку;
- 2) перебуває в стані спокою в інерціальній системі відліку;

Завдання з історії

*Виберіть правильне твердження:*

На прапорі України кольори розташовані так, що...

- 1) синій колір – зверху, а жовтий – знизу;
- 2) синій колір – знизу, а жовтий – зверху.

#### **б) погодження чи непогодження з твердженням (Так/Ні, True/False)**

Завдання з фізики

*Чи правильним є твердження?*

Сили Коріоліса діють на матеріальне тіло, якщо воно рухається в інерціальній системі відліку.

ТАК;

НІ.

Завдання з історії

*Чи є правильним твердження?*

На прапорі України синій колір – знизу, а жовтий – зверху.

ТАК;

НІ.

#### **в) вибір однієї відповіді з кількох наданих**

Завдання з фізики

*Виберіть одне правильне твердження:*

Сили Коріоліса діють на матеріальне тіло, якщо воно...

- 1) рухається в неінерціальній системі відліку;
- 2) перебуває в стані спокою в інерціальній системі відліку;
- 3) рухається в інерціальній системі відліку;
- 4) перебуває в стані спокою в неінерціальній системі відліку.

Завдання з географії

*Виберіть одне правильне твердження:*

Найбільшим за площею та найглибшим на Землі є...

- 1) Атлантичний океан;
- 2) Тихий океан;
- 3) Північний Льодовитий океан;
- 4) Індійський океан.

Завдання типу в) більш захищені від простого вгадування, ніж завдання типів а) та б). Дійсно, вірогідність випадкового вгадування правильної відповіді в а) та б) становить 50 %, а у формі в) – 25 %. Зрозуміло, що ця вірогідність буде тим менша, чим більше варіантів відповіді пропонується. Але звичайно закладають не більше п'яти можливих відповідей. Велика кількість пропозицій розсіює увагу студента, який, до того ж, має обмежений час на відповідь за швидкого комп'ютерного тестування.

#### ДРУГА ФОРМА ЗАВДАННЯ

##### **МНОЖИННИЙ ВИБІР ПРАВИЛЬНОЇ ВІДПОВІДІ (MULTIPLE CHOICE)**

Це завдання з вибором одразу кількох правильних відповідей із наданого набору. Проілюструємо їх прикладами.

Завдання з фізики

*Виберіть усі правильні твердження:*

**Про дію сил Коріоліса на поверхні Землі свідчать...**

- 1) різні висоти берегів річок;
- 2) виникнення вирів у струмках;
- 3) обертання води при витіканні з воронки;
- 4) різна зношеність правих і лівих рейок у залізничного полотна;
- 5) залежність від широти ваги тіла в стані спокою.

Із п'яти тверджень у завданні правильними є три (1, 3, 4).

Завдання з лінгвістики

*Виберіть усі англомовні країни:*

- 1) США;
- 2) Аргентина;
- 3) Мальта;
- 4) Танзанія;
- 5) Нова Зеландія.

Із п'яти тверджень у завданні правильними є три (1, 3, 5).

Конструювання та виконання завдань першої і другої форм не мають принципових відмінностей. Але суттєво відрізняються методики нарахування оцінки за виконання цих завдань. Якщо завдання першої форми мають тільки два варіанти оцінки (*правильно, неправильно*), то завдання другої форми треба оцінювати, враховуючи як правильні, так і неправильні відповіді (див. детально у п. 3.4.3). Недоліком обох форм завдань вважається небажана можливість запам'ятовування неправильних відповідей.

Третя й четверта форми завдань відрізняються від перших двох тільки тим, що замість текстових відповідей студент позначає графічні елементи: рисовані об'єкти, деталі механічних пристроїв, елементи електричних схем, географічні пункти тощо.

### ТРЕТЯ ФОРМА ЗАВДАННЯ

#### ВИБІР ОДНОГО ГРАФІЧНОГО ОБ'ЄКТА (НОТ ОБ'ЄСТ)

Завдання з фізики (рис. 3.2)  
*Клацніть мишкою на зображення тангенціальної складової вектора прискорення супутника Землі.*



Рис. 3.2

Завдання з географії (рис. 3.3) [17]

*Клацніть мишкою на точку, що відповідає аеропорту Гельсінкі.*

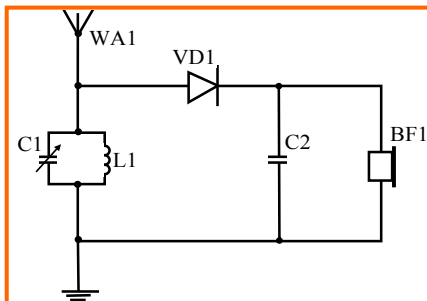


Рис. 3.3

**ЧЕТВЕРТА ФОРМА ЗАВДАННЯ  
МНОЖИННИЙ ВИБІР ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (HOT SPOTS )**

Завдання з фізики  
(рис. 3.4)

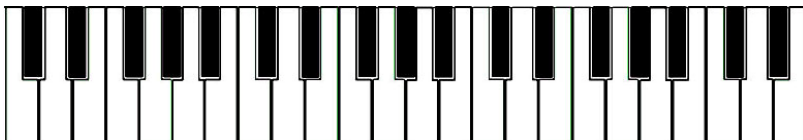
*Клацніть мишкою на елементи коливального контуру на зображеній радіосхемі.*



**Рис. 3.4**

Завдання з музики (рис. 3.5)

*Натисніть курсором мишки на клавіші, що відповідають нотам до-мажорного трезвуку найвищої октави.*



**Рис. 3.5**

В усіх чотирьох формах студент позначає відповіді однаково: наводить курсор на обрану відповідь чи об'єкт і натискає ліву кнопку мишки. При цьому поряд із текстом відповіді з'являється позначка (хрестик, галочка) або об'єкт стає яскравішим. Завдяки таким позначкам студенту не треба згадувати свої відповіді при перегляді завдань перед тим, як подати на перевірку остаточний варіант відповідей на тест.

У наступних формах завдань відповідають також за допомогою мишки, але в інший спосіб. Студент наводить курсор на об'єкт, натискає ліву кнопку мишки й, не відпускаючи її, рухає курсор разом з об'єктом. Перемістивши його в потрібне місце на дисплеї, студент відпускає кнопку мишки і залишає об'єкт. Цей метод перетягування графічних чи текстових елементів (*Drag and Drop*) застосовують у різних варіантах завдань.

Завдання, де елементам однієї множини треба поставити у відповідність елементи іншої множини, називають завданням на встановлення відповідності.

**П'ЯТА ФОРМА ЗАВДАННЯ  
УСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ  
ПЕРЕТЯГУВАННЯМ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Завдання з фізики (рис. 3.6)

*Паралельні промені світла спрямовані на площину НН. Поставте правильно лінзи в хід променів.*

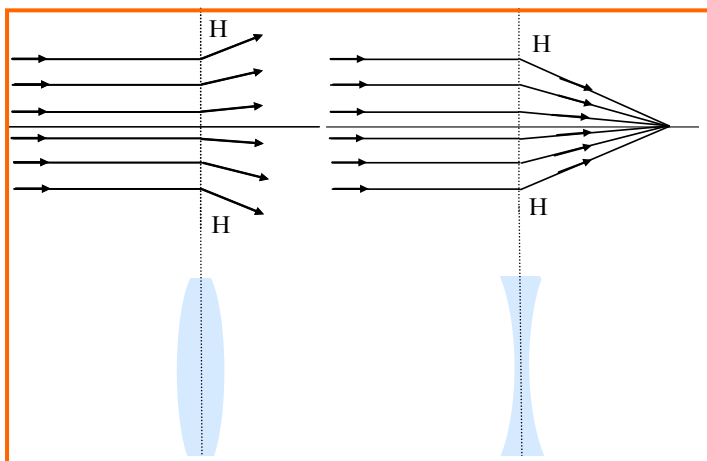


Рис. 3.6

Завдання з української мови (рис. 3.7)

*Установіть відповідність між зображеннями годинників і написами шляхом перетягування об'єднуючих стрілок.*

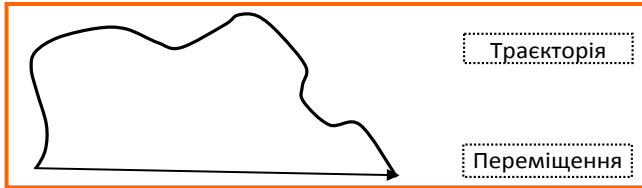


Рис. 3.7

**ШОСТА ФОРМА ЗАВДАННЯ  
УСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ  
ПЕРЕТЯГУВАННЯМ ТЕКСТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

Завдання з фізики (рис. 3.8)

*На рисунку показано траєкторію та переміщення тіла під час його руху від точки А до точки В. За допомогою мишки перетягніть написи до відповідних графічних зображень.*



**Рис. 3.8**

Завдання з географії

*Переставте назви річок у правому стовпчику таблиці так, щоб вони правильно відповідали назвам держав:*

Єгипет	Луара
Бразилія	Дніпро
Франція	Амазонка
США	Ніл
Україна	Міссурі

**СЬОМА ФОРМА ЗАВДАННЯ**

**РОЗСТАНОВКА ЕЛЕМЕНТІВ У ПРАВИЛЬНІЙ ПОСЛІДОВНОСТІ**

Ця форма завдань призначена для перевірки засвоєння послідовності дій у певному процесі: розв'язанні задач, проведенні медичних операцій, керуванні літаком тощо. Така форма також дає можливість перевірити знання з хронології подій в їхньому зв'язку.

Завдання з фізики

*Розташуйте в правильній послідовності дії, що треба виконати при розв'язанні задач з динаміки:*

1	Знайти залежність швидкості об'єкта від часу
2	Провести розділення змінних параметрів
3	Знайти шлях, пройдений об'єктом
4	Провести аналіз розв'язку
5	Записати II закон Ньютона, згідно з умовами задачі

Завдання з історії  
 Розставте в правильному порядку за гео-хронологічною шкалою періоди палеозойської ери:

1	Перм
2	Карбон
3	Кембрій
4	Сілур
5	Ордовик
6	Девон

**ВОСЬМА ФОРМА ЗАВДАННЯ  
 ЗАПОВНЕННЯ ПРОПУСКІВ**

Завдання створюють у вигляді незавершених речень чи формул: замість окремих слів чи літер залишені пусті місця. Поряд розміщують набір слів, літер чи чисел, з яких треба перетягнути в пропущені місця ті, що надають реченню правильного змісту.

Завдання з фізики

Заповніть пропуски в реченні словами та формулами перетягуванням їх із таблиці.

Падіння яблука навело Ньютона на відкриття закону \_\_\_\_\_, який він записав у вигляді \_\_\_\_\_

інерції	$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}$
тяжіння	$\sum_{n=1}^N \vec{P}_n = \text{const}$ ----->
збереження імпульсу	$\vec{F} = m\vec{a}$
зв'язку сили із прискоренням	$\vec{v} = \text{const}, (\vec{F} = 0)$

Завдання з історії

Заповніть пропуски у висловлюванні датою та назвою населеного пункту перетягуванням їх з таблиці.

Договір про об'єднання України з Росією був підписаний у \_\_\_\_\_ році в місті \_\_\_\_\_.

1654	Києві
1612	Чернігові
1682	Львові
1633	Переяславі

Завдання із заповненням пропусків стає складнішим, якщо відсутня підказка у вигляді наборів слів і формул. Студент згадує їх самостійно та вписує з клавіатури у відведені в реченні місця. Це так звані завдання відкритої форми [18–20]. Але для їх перевірки необхідно застосовувати комп'ютерні програми, що аналізують семантику відповіді [21]. Вони розпізнають слова та їх синоніми, а також аналітичні вирази, незалежно від форми запису. Ці програми дуже складні, тому їх практично не застосовують у тестових системах, а завдання відкритої форми не мають широкого розповсюдження.

### 3.3.2. Спеціальні тестові завдання

Специфіка навчання студентів за деякими напрямками потребує застосування додаткових форм завдань. Наприклад, при вивченні природничих наук важливо перевіряти вміння студентів розв'язувати задачі. Для цього тестовому завданню надають форми умов задачі, а відповідь студента повинна мати вигляд формульного виразу. Але в такому випадку виникають проблеми із застосуванням алгоритму порівняльної перевірки відповіді комп'ютерними засобами. Найпростіше це можна зробити методом перевірки числової відповіді.

**Числова відповідь.** Отримавши відповідь в аналітичному вигляді, студент підставляє до неї числові значення параметрів, які задані в умові задачі (швидкість, вага, кут нахилу тощо). Виконавши обчислення, він отримує числове значення відповіді (напр.,  $2,2 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>, 940 МеВ/с, 1,4 мкс). Студент вводить це число в поле, призначене для відповіді. Правильність розв'язку задачі встановлюється порівнянням знайденого числа з тим, що закладено в тестовій програмі як правильне. Такий підхід має суттєві недоліки: по-перше відповідь може бути оцінена як не правильна через помилку в розрахунках чи неузгодженість системи одиниць, навіть якщо аналітичний розв'язок і формульна відповідь були правильними; по-друге, числова відповідь стає відомою студентам, і задача втрачає властивості контролю. Для уникнення фальшування результатів перевірки знань треба запрограмувати в задачах можливість задавати автоматично поча-



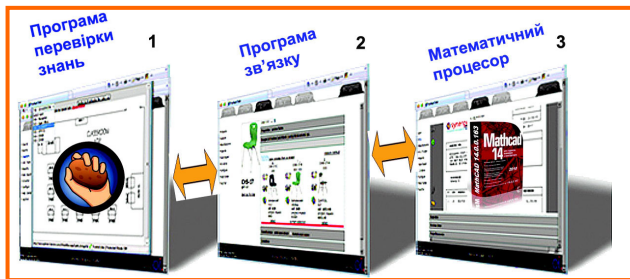
ткові дані випадковим чином. При цьому програмне забезпечення такої форми завдань ускладнюється.

Тестові завдання на розв'язок задач стають ефективнішими, якщо перевіряти правильність аналітичних формул ще до проведення числових розрахунків. Але в цьому випадку метод порівняння з шаблоною відповіддю не працює. Річ у тому, що правильна відповідь може мати кілька видів запису. Наприклад, відповідь  $ab^3/(\sin x)^2$  буде правильною й у таких записах:

$$b^3a/(\sin x)^2, (\sin x)^{-2}ab^3, [a/(\sin x)^2]b^3.$$

У той самий час при комп'ютерній перевірці всі три відповіді були б розцінені як неправильні, якщо за шаблонну відповідь взяти тільки один вид запису формули. Навіть за умови передбачення кількох варіантів відповіді існує ймовірність того, що буде введений такий, що не співпадає із шаблоном, але також є правильним.

Для розпізнавання символічних відповідей можна застосувати програмні продукти, в яких проводиться аналіз формульних виразів і встановлюється їх ідентичність, незалежно від виду запису, наприклад задіяти спеціалізовані математичні програми для наукових та інженерних розрахунків: MathCAD, Maple, Mathematica чи Matlab [22]. Таке розв'язання проблеми потребує створення інтегрованої системи комп'ютерних програм (рис. 3.9).



**Рис. 3.9. Взаємодія програми перевірки формульного виразу з математичним процесором:**

модуль 1 – програма комп'ютерної системи тестування;  
модуль 2 – програма, що забезпечує обмін даними між модулями 1 і 3;  
модуль 3 – програма розпізнавання формульних виразів

Програма тестування (модуль 1) надає студенту умови задачі та приймає формульну відповідь. Відповідь надходить до об'єднувального модуля 2, що передає її до модуля 3 для розпізнавання. У модулі 3 відбувається аналіз формульного виразу та визначається оцінка відповіді (*правильно, неправильно*). Цей висновок передається через модуль 2 до тестової програми (модуль 1), де він враховується при підведенні результатів тестування. Отже, програмні модулі 2 і 3 призначені для виконання допоміжних функцій. У той самий час за об'ємом і складністю програмного коду вони в сотні разів перевершують основну програму тестування. Таким чином можливість додати до тестів завдання із формульними відповідями пов'язане з необхідністю суттєвого збільшення обчислювальних ресурсів, що було стримуючим фактором для застосування завдань такої форми.

Зараз розроблено значно простіший ефективний метод верифікації формульних відповідей [23]. До основи методу закладено обчислення результату, отриманого з відповіді, за умови, відповідно до якої параметри формули набувають значень довільних безрозмірних чисел. Таких обчислень за різних значень параметрів роблять кілька та отримують масив результатів. Його порівнюють з аналогічним масивом, розрахованим за правильною формулою. Якщо ці масиви співпадають, то робиться висновок про правильність аналітичного розв'язку. Ці розрахунки та порівняння виконуються автоматично комп'ютерною програмою перевірки. Розроблений програмний засіб [23] дає можливість порівнювати формульні розв'язки з шаблоном, незалежно від послідовності запису змінних параметрів. Він потребує порівняно невеликого об'єму додаткових обчислювальних ресурсів і може бути інтегрований до будь-якої програми комп'ютерного тестування знань без її суттєвого обтяження.

### **3.3.3. Композиція тестових завдань**

Під композицією тестових завдань розуміють їх створення, що включає вибір змістовного наповнення, форм і засобів його ілюстрування. Розглянемо ці дії послідовно.

**1. Вибір теми завдання.** Автор завдання обирає теми й типи запитань, виходячи з того, наявність яких саме знань він хоче перевірити і наскільки глибоко. Це можуть бути прості запитання на розуміння теми чи завдання, пов'язані з розумінням низки понять і дій.

**2. Вибір форми завдання.** Автор обирає форму, що найкраще підходить для створення завдання на обрану тему. Перш за все він розглядає можливість застосування стандартних форм (п. 3.3.1). Наприклад, для запитання на розуміння теми добре підходять форми вибір однієї відповіді з двох наданих або погодження чи непогодження із твердженням. Для глибшої перевірки знань можна застосувати форму множинний вибір правильної відповіді. Завдання на встановлення послідовності елементів добре підходять для встановлення рівня знань технологічних процесів.

Крім стандартних тестових форм автор може задіяти спеціальні тестові форми (п. 3.3.2), які допускають використання задач з отриманням формульних розв'язків.

Автор також може розробити творчі завдання. Наприклад, запропонувати студенту створити веб-сторінку або виконати вправу, в якій достатньо великий текстовий матеріал містить низку пропущених місць. Студент заповнює пропуски за власним розумінням матеріалу. Автор може об'єднати кілька простих підпитань до одного комплексного завдання.

**3. Формулювання завдання.** Автор розробляє текстову частину завдання, відповідно до обраної форми. При цьому він має дотримуватись стислих й логічних форм висловлювання. Основне, щоб студент чітко зрозумів, з якою формою він має справу та як виконувати завдання. Наприклад, у завданнях вибір однієї правильної відповіді обов'язково вказують, що правильне твердження тільки одне. Цим студент позбавляється невизначеності при пошуку правильної відповіді. У завданнях установлення відповідності вказують спосіб: перетягування об'єктів чи, скажімо, переміщення стрілок.

**4. Ілюстрування завдання.** Автор задає розміщення елементів завдання у відповідних вікнах обраної форми завдання. Наприклад, у завданнях із перетягуванням об'єктів він розбиває поле форми так, щоб в одному місці були "комірки", а в другому –

текстові чи графічні елементи, які треба до цих "комірок" перетягнути. У завданнях з графічними об'єктами автор, разом з дизайнером, обирають художній вигляд цих об'єктів. Також, можуть бути додані пояснювальні ілюстрації, які безпосередньо не пов'язані з виконанням завдання, але допомагають зрозуміти сутність понять, явищ, властивостей, що є в завданні. На рис. 3.10 зображено ілюстрацію до завдання, в якому треба позначити на карті місця, через які проходив військовий похід. Для його виконання потрібна тільки географічна карта. Але на ній також є додаткові зображення, що надають уявлення про епоху, в якій цей похід відбувався. Ілюстроване завдання виконує не тільки функцію контролю, а й навчальну, оскільки зорова пам'ять сприяє засвоєнню матеріалу.

Загалом у комп'ютерному тестуванні можуть бути застосовані не тільки текстові чи графічні елементи, але й звукові та відеофрагменти.



**Рис. 3.10. Карта військового походу Олександра Македонського до Індії**

### 3.4. Тести

**Тест – це сукупність завдань, які треба виконати при проходженні тестування.** Тести, призначені для самоперевірки, містять незмінний набір завдань, що сформував викладач при створенні

підручника. Такі тести мають на меті не стільки встановлення рівня знань студента, скільки допомогу ретельніше розібратися в навчальному матеріалі. Набагато більше значення мають тести для проведення рубіжного контролю успішності навчання. Їх застосовують при встановленні рівня засвоєння матеріалу після закінчення роботи над навчальним модулем, а також на семестрових іспитах і заліках. За результатами таких тестувань студент отримує оцінку в балах, яка впливає на порядок подальшого виконання навчального курсу й рейтинг студента.

Отже, результати рубіжних тестувань мають принципове значення для визначення індивідуальної успішності студента, тому при їх проведенні потрібно створити умови для уникнення будь-яких спотворень оцінки. У першу чергу це стосується способу формування тестів. Зрозуміло, що тести з незмінним складом завдань швидко втрачають контролюючі властивості. Їх зміст і відповіді стають відомими всім студентам від тих, що пройшли тестування першими. Для запобігання цьому до комп'ютерних програм тестування вибирає механізм формування індивідуального набору завдань для кожного студента. Ці завдання програма тестування відбирає випадковим чином із великого набору, який називають банком завдань. Кількість завдань в банку в десятки, а то й в сотні разів більша, ніж міститься в одному тесті. Чим більший банк завдань, тим менша ймовірність формування тестів з однаковими запитаннями. Але кількість завдань у тесті не має бути зовеликою [24], аби не перетворювати студента під час динамічного комп'ютерного опитування за обмежений час.

### 3.4.1. Валідність і надійність тесту

Тести мають відповідати вимогам *валідності та надійності* встановлення рівня знань студентів.

**Валідність тесту** (від *en. valid* – здатний, дієвий) характеризує придатність тесту для визначення тієї властивості, яку досліджують тестуванням [25]. У педагогічних вимірюваннях валідними називають тести, результати яких об'єктивно та повно

відображають рівень засвоєння навчального матеріалу студентами. Валідність тесту визначається змістом завдань, їх формою та додатковими умовами, що закладені в тесті. Розглянемо це докладніше.

Для змістовного наповнення тестів автор створює банк завдань. Цю роботу він починає з послідовного розгляду навчального матеріалу, засвоєння якого контролюватиметься. Автор виділяє основні положення, поняття, твердження й дані, якими студент має володіти після вивчення курсу. Із кожного з цих елементів він розробляє тестові завдання, дотримуючись рекомендацій із п. 3.3.3. Обмежень на кількість завдань у банку не накладають, тому автор може детально й повно охопити питаннями матеріал для тестування. Крім того, він може пов'язати з одним і тим самим положенням кілька завдань різної форми: контролювати знання про це твердження в елементарній формі та в складному зв'язку з іншими положеннями. Таким чином утворюється банк завдань, який добре репрезентує навчальний матеріал і відповідає умовам змістовної валідності.

У той самий час змістова компонента не повністю визначає валідність тесту. Велике значення має валідність за конструктом, що визначає залежність якості тесту від композиційної форми завдання. Незрозуміле та нечітке формулювання питань, разом із використанням невдалих форм тестових завдань, можуть призвести до того, що результати тестування характеризуватимуть не знання, а інші індивідуальні особливості студента. Наприклад, завдання складене так, що його виконання суттєво залежить від умінь студента оперувати мишкою. Студент знає правильну відповідь, але допускає механічні помилки при її введенні. Такий тест визначає не стільки знання навчального матеріалу, скільки навички студента в роботі з комп'ютером. Чи, скажімо, результати тестів, де закладено невинувато малий час на відповіді, більш характеризують швидкість мислення студента, ніж його знання. У таких випадках результати тесту не відповідають меті тестування – валідність тесту є низькою. Загалом валідність тесту визначається як змістовною компонентою, так і її конструктом. Валідність – це якісна характеристика

тесту, що не має кількісної оцінки. Висновки про валідність тестів роблять за результатами їх випробувань при тестуванні груп студентів із різним рівнем успішності.

**Надійність тесту** характеризує відтворюваність результатів тестування при виконанні його кілька разів одним і тим самим студентом чи однією групою студентів. Кількісно надійність визначається коефіцієнтом надійності, що розраховують як коефіцієнт кореляції між результатами послідовних тестувань в однакових умовах. Не вдаючись до теорії розрахунків кореляційних коефіцієнтів [4], пояснимо уявлення про надійність тесту на простому прикладі. Скажімо, студент проходить тестування рівня знань деякого навчального матеріалу. Тест формує комп'ютерна програма, обираючи питання випадковим чином із банку завдань. Результат студента становить 80 балів із 100 можливих. Студенту пропонують виконати тестування в таких умовах кілька разів із невеликими перервами для відпочинку. За послідовних тестувань він отримав такі оцінки: 80, 78, 82, 81. Відхилення від середнього значення в цьому ряду становить не більше  $\pm 2$  балів, а ступінь відтворюваності  $\approx 98\%$ . Це свідчить про високу повторюваність результатів й надійність тесту. Надійність тесту впливає на точність визначення оцінки, якій можна довіряти.

### **3.4.2. Обсяг і час виконання тесту**

Класичний спосіб встановлення рівня знань навчального матеріалу студентом полягає в наданні йому випадкового набору питань з великого банку завдань. Наприклад, такий набір отримує студент при витягуванні екзаменаційного білету на іспиті. Зазвичай у білеті є не більше трьох запитань. Цього виявляється достатнім для встановлення оцінки знань усього матеріалу курсу. У кожному питанні дається певна тема розділу, а як деталізувати її при відповіді – це вже справа студента. Для отримання високої оцінки він має показати глибину знань, проводячи теоретичні викладки, формулюючи визначення та положення теми. Студент може робити уточнення, відповідаючи на додаткові запитання викладача.

Під час комп'ютерного тестування студент не має можливості відповідати в такий спосіб, як на іспиті. Тому викладач розбиває матеріал предмету на невеликі частини й створює завдання у стандартних формах. У результаті для такого самого охоплення матеріалу, як на іспиті, треба включати до тесту набагато більше завдань, ніж зазвичай формулюють в екзаменаційному білеті.

Кількість завдань у тесті впливає на його надійність і точність. Цей вплив не прямо пропорційний. Наприклад, якщо взяти тест з надійністю 0,76, то після збільшення кількості завдань удвічі його надійність зростає тільки до 0,86 [4]. Збільшення розміру тесту сприяє також підвищенню валідності, оскільки розширює коло питань за матеріалами курсу. Виходячи з цих міркувань укладач тестів намагатиметься розмістити в тесті як можна більше завдань. Але, з іншого боку, це треба робити з оглядом на необхідність обмеження часу тестування. По мірі виконання тесту студент втомлюється й починає припускатися помилок, що не пов'язані з його знаннями. Таким чином тест втрачає свої вимірювальні властивості, якщо тривалість тестування перевищує час настання втоми. Досвід історії освіти показав, що час ефективної навчальної роботи студента становить 45 хв. Його називають *академічною годиною*, після якої необхідна перерва в роботі. Таким чином час тестування не має перевищувати 40-50 хв. Зазвичай завдання стандартної форми упорядковують так, щоб на виконання одного вистачало 30–60 с. [19]. З відношення тривалості тесту до часу на одне завдання впливає, що довжину тесту треба обмежувати 50-60 завданнями. У [26] показано, що тест із 50 завдань спроможний забезпечити надійність на рівні 0,9. Отже, тест із 50–60 завдань забезпечує достатньо високу надійність із врахуванням того, що рівень втоми студента по завершенні тестування ще слабо впливає на результат [4, 19, 26].

Виходячи з кількості завдань у тесті можна планувати повну їх кількість у банку завдань. Для урізноманітнення тестів потрібно, щоб кількість завдань у банку перевищувала їх кількість в одному тесті принаймні в чотири–п'ять разів. Комп'ютерна



програма відбору завдань із банку налаштовується так, щоб тест містив завдання з усіх розділів і в такій самій послідовності, що й їх розташування в навчальному матеріалі. Формування тесту у такий спосіб ілюструє рис. 3.11. Банк завдань складається з окремих розділів. Завдання до тесту добираються випадковим чином із кожного розділу по черзі.

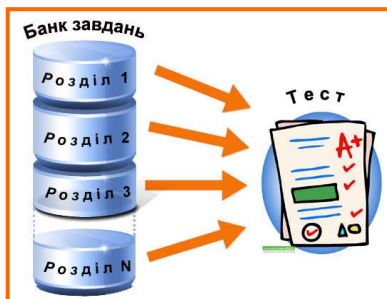


Рис. 3.11. Формування тесту із банку завдань

### 3.4.3. Оцінювання рівня знань за результатами тестування

Рубіжні тести призначені для педагогічних вимірювань. Під цим розуміють знаходження числового показника, що характеризує рівень знань студента. Рівень визначають шляхом нарахування балів за виконання кожного із завдань. Це може бути зроблено за дихотомічним чи політомічним принципом [27, 28].

**Дихотомічний принцип** оцінювання полягає в простому способі нарахування балів: повністю правильна відповідь оцінюється в 1 бал, а всі інші – оцінюються нулем. Іншими словами, лише за умови вибору студентом всіх правильних відповідей і відкидання всіх неправильних, він отримує 1 бал. Якщо ж принаймні один із правильних варіантів не враховано, або вибрано принаймні один неправильний, то така відповідь оцінюється в 0 балів. Пояснимо цей принцип оцінювання завдань на прикладі.

Завдання з фізики (рис. 3.12)  
*Виберіть правильне співвідношення сил гравітаційної взаємодії матеріальної точки 1 із секторами 2 і 3 кілець, що мають однако-ву ширину.*

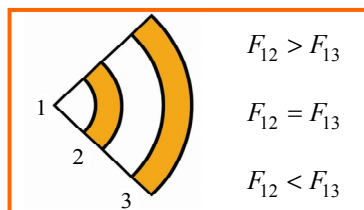


Рис. 3.12

Оцінювання цього завдання в дихотомічний спосіб дає один бал, якщо студент обирає єдину правильну відповідь  $F_{12} = F_{13}$ . При виборі іншого співвідношення чи їх комбінації відповідь оцінюється в нуль балів.

**Політомічний принцип** оцінювання гнучкіший. На відміну від дихотомічного підходу тут, крім імовірностей правильних і неправильних відповідей, існує можливість відповісти частково правильно. Завдання складається з кількох тверджень, частина з яких неправильна. Кількість правильних відповідей у завданні не вказується. Таким чином, існує вірогідність обрати не всі правильні відповіді або разом із правильними вибрати й неправильні. За кожну правильну відповідь 1 бал нараховується, а за кожну неправильну – віднімається. Таким чином бали, набрані в тесті, визначаються різницею між кількостями правильних і неправильних відповідей. Якщо ця різниця від'ємна, то завдання оцінюється нулем балів. Отже, максимальна оцінка за виконання завдання дорівнює кількості правильних тверджень.

Для прикладу наведемо завдання з фізики

*Виберіть усі правильні закінчення для твердження:*

**Можна вважати ударом взаємодію:**

- Сонця з кометою, що потрапила в навколосонячний простір;
- Сонця з планетами сонячної системи;
- більярдних куль з поверхнею столу при їхньому русі;
- більярдних куль між собою, коли вони рухаються по столу.

У цьому завданні дві правильні відповіді (Сонця з кометою, що потрапила в навколосонячний простір, більярдних куль між собою, коли вони рухаються по столу). Вибір обох дасть 2 бали за виконання завдання. За обрання ще й неправильної відповіді, наприклад взаємодія Сонця з планетами сонячної системи, нараховується від'ємний бал (-1), і сумарний бал зменшиться до 1. При виборі за правильні всіх чотирьох варіантів студент отримує 0 балів. У випадку оцінки за дихотомічним принципом студент міг би отримати тільки дві крайні оцінки: 1 бал при обранні двох правильних відповідей і 0 – в усіх інших випадках.

**Оцінка у різних шкалах.** Максимальна кількість балів, що може набрати студент при виконанні різноманітних тестів, за-

лежить від кількості завдань у тесті та принципу їх оцінювання. Дійсно, підрахунки балів за дихотомічною та політомічною схемами дають різні значення балів. Але незалежно від способу підрахунку балів виникає необхідність переходу до шкал оцінювання, які прийняті в системі освіти. Для цього можна застосувати нормування результату. Нормований результат визначають як відношення балів, що набрав студент, до максимально можливої їх кількості в певному тесті. Найбільш зручно це відношення показувати у відсотках, що фактично характеризують результат тестування за стобальною шкалою оцінювання рівня знань. Стобальна шкала використовується в сучасній модульно-рейтинговій системі організації навчального процесу [12]. За необхідності від неї легко можна перейти до інших шкал оцінювання. У табл. 3.1 показані в балах границі переходів до Національної шкали (*відмінно, добре* тощо) і шкали ECTS (European Credit-Transfer System) [29, 30].

Таблиця 3.1

Стобальна шкала оцінок	Національна шкала оцінок		Оцінка за шкалою ECTS
	Класична	Бали	
90 – 100	відмінно	5	A відмінно
85 - 89	добре	4	B добре (дуже добре)
75 - 84	добре	4	C добре
65 - 74	задовільно	3	D задовільно
60 - 64	задовільно	3	E задовільно (достатньо)
35 – 59	незадовільно	2	FX незадовільно із можливістю повторного складання
1 - 34	незадовільно	2	F незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Позитивною властивістю Національної шкали є її простота. Але вона дозволяє викладачу скоріше не кількісно, а якісно оцінити знання студента. Чотири градації Національної шкали не дають можливості розрізнати суттєві відмінності в рівнях знань студентів. Наприклад, оцінкою добре оцінюється рівень знань як студентів, що знають близько до відмінно, так і тих, що ледве тягнуть на добре. У більш гнучкій шкалі ECTS введено сім рівнів оцінювання. Але подальше збільшення кількості градацій оціню-

вання обмежується роздільною здатністю людини як вимірювального інструменту. Якщо ввести 20-бальну шкалу, то об'єктивно встановити рівні знань, що розрізняються на одиницю, викладач просто не в змозі [31–33]. Тому 100-бальна шкала може бути застосована тільки в спеціальних умовах. Перш за все, це стосується модульно-рейтингової системи організації навчання. При застосуванні такої системи оцінка формується в результаті додавання балів кількох послідовних етапів контролю [34].

Комп'ютерне тестування є тим спеціальним засобом, який дає можливість оцінювати рівень знань у 100-бальній шкалі за кожного окремого контролювання. Надійність і точність оцінювання визначається якістю тесту. Тому основними завданнями в комп'ютерному тестуванні є складання досконалих тестів й застосування надійних способів обробки та інтерпретації результатів.

#### **3.4.4. Урахування ступеню складності завдань при визначенні оцінки в балах**

Банк завдань наповнюють тестовими завданнями, які відрізняються за складністю виконання. Цю обставину необхідно враховувати як при встановленні оцінки студента, так і при вдосконаленні самого банку:

- оцінка в балах за виконання складних завдань має бути більшою, ніж за прості завдання;
- завдання, які завжди виконують усі студенти, та ті, що здебільшого не виконуються, треба відкинути як неінформативні.

Розглянемо це докладніше.

**Наповнюваність банку завданнями різної складності** зумовлено об'єктивними причинами.

*Перша причина* пов'язана з різною складністю засвоєння складових частин навчального матеріалу. Одні поняття та доведення легко зрозумілі, інші – складні та потребують великої роботи для їх засвоєння. Оскільки тестування проводять за всім матеріалом курсу, то в тесті обов'язково будуть як легкі, так і складні завдання. Таким чином, наявність у тесті завдань різної складності є необхідним наслідком змістовної наповненості навчального матеріалу.

*Друга причина* зумовлена необхідністю надати тесту високу роздільну здатність, під якою розуміють можливість розрізняти, з високим рівнем градації, ступінь засвоєння навчального матеріалу студентами. Зрозуміло, що вірогідність правильного виконання завдання залежить від його складності та ступеня підготовленості студента. Тому слабо підготовлені студенти зможуть виконати переважно прості завдання. Студенти з більш високим рівнем підготовки виконують як прості, так і складні завдання. Вони наберуть тим більше балів, чим більше виконують завдань зі складністю, що поступово зростає.

Завдання зростаючої складності створюють шляхом ускладнення умов задачі. Викладач може створити завдання так, що виконати його буде легко, а може суттєво ускладнити завдання з цього самого матеріалу, ввівши, скажімо, багатоваріантність. Наприклад:

Завдання з фізики 1

*Виберіть правильне твердження.*

**На тіло, що рухається по Землі, сила Коріоліса...**

- діє;
- не діє.

Завдання з фізики 2

*Оберіть правильні твердження.*

**На Землі сила Коріоліса діє на тіла, які...**

- рухаються по меридіану;
- рухаються по широтній лінії;
- рухаються вгору;
- падають;
- не рухаються.

Завдання з фізики 3

*Оберіть правильні напрямі дії сили Коріоліса на Землі.*

**1. Під час руху тіла вздовж меридіану в північній півкулі Землі сила Коріоліса діє...**

- праворуч;
- ліворуч;
- уверх;
- униз.

**2. Під час руху тіла вздовж меридіану в південній півкулі Землі сила Коріоліса діє...**

- праворуч;
- ліворуч;
- уверх;
- униз.

**3. Під час руху тіла вздовж екватору Землі сила Коріоліса діє...**

- праворуч;
- ліворуч;
- уверх;
- униз.

**4. При падінні тіла в Північній півкулі Землі сила Коріоліса діє...**

- на Захід;
- на Схід.

**5. При падінні тіла в Південній півкулі Землі сила Коріоліса діє...**

- на Захід;
- на Схід.

Завдання 1 просте, оскільки тільки констатує наявність сили Коріоліса. Завдання 2 складніше, оскільки напрями руху конкретизовані, правильними є перші чотири відповіді, п'ята – не правильна. Завдання 3 є значно складнішим за два попередніх. Тут необхідно в п'яти варіантах правильно вказати напрям дії сили Коріоліса. Важливо врахувати те, що за руху тіла поверхнею Землі напрям дії цієї сили різний у Північній і Південних півкулях, а при падінні тіла відхиляються в один бік (на Схід) в обох півкулях.

Отже, банк містить тестові завдання, що суттєво різняться за складністю виконання. Тому тести, що комплектуються з банку випадковим чином, можуть бути нерівноцінними через непропорційний відбір складних і легких завдань. Цим знижується надійність і спотворюється результат тестування. Дійсно, за послідовних тестувань одного й того самого студента він покаже різні результати, залежно від складності тестів, що надаються один за одним, тобто надійність тестування буде низькою.

Нерівноцінність тестів призводить й до спотворення розподілу студентів за рівнем знань (рейтингом). Пояснимо це на при-

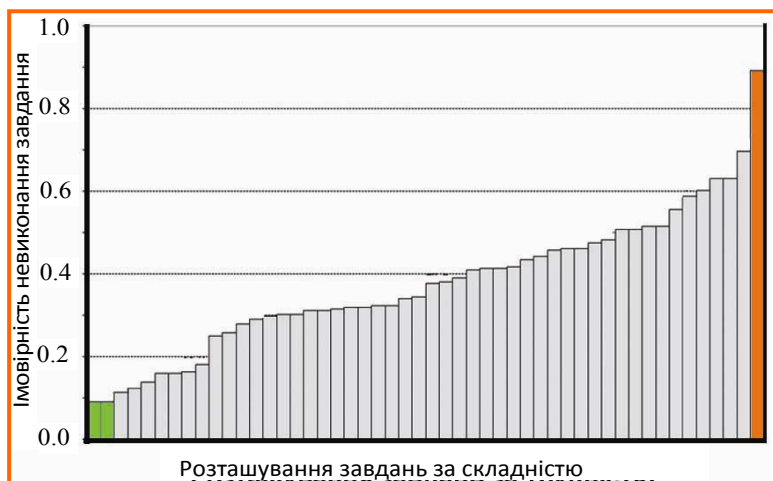
кладі. Якщо два студенти при тестуванні набрали однакову кількість балів, то це має свідчити про однаковий рівень знань і рейтинг. Але за детального розгляду виконаних завдань з'ясується, що в тесті першого студента розв'язано кілька завдань, набагато складніших, ніж в тесті другого студента. Зрозуміло, що *об'єктивний* рейтинг першого студента має бути вищим, ніж у другого, хоча вони набрали однакову кількість балів. Уникнути такої колізії можна при врахуванні складності тестів. У найпростіший спосіб це роблять шляхом оцінювання кожного завдання такою кількістю балів, яка б відповідала складності завдання, наприклад бал оцінок різних завдань може набувати значень від 1 до 4. Але такий спосіб отримання коректних результатів тестування має суттєві недоліки. Оціночний бал автор тестів вибирає інтуїтивно, не спираючись на будь-які об'єктивні показники. Він задає оцінку кожному завданню із власних уявлень про легкість чи складність їх виконання. Досвід показує, що в цьому разі можливі помилки. Крім того, градація із кроком в один бал є досить грубою, у зв'язку з чим складність виконання завдання недооцінюється чи переоцінюється, порівняно з її реальним рівнем.

Спосіб, що дозволяє встановлювати об'єктивну оцінку складності завдань з високою точністю, запропоновано в [35, 36]. Він полягає у знаходженні ймовірності правильного розв'язку завдання репрезентативною групою студентів. Пояснимо це детальніше.

У загальному випадку висновок про складність завдання роблять із числового значення відношення кількості студентів, що не виконали завдання, до повної кількості студентів. Наприклад, не виконали завдання 10 із 100 студентів, що проходили тестування. Тоді ймовірність неправильного виконання завдання  $q = 10/100 = 0,1$ , тобто ймовірність того, що завдання не буде виконане правильно, є дуже низькою, і таке завдання вважається *легким*. Але ймовірність виконання завдання залежить не тільки від його змісту, а й від ступеню підготовленості студентів. При проведенні випробувань в групі, що створена тільки із *сильних* студентів, завдання виявиться *легким*, але для групи *слабких* студентів імовірність невиконання завдання, отже його склад-

ність, виявляється значно вищою. Тому для отримання об'єктивних значень складності завдань їх треба випробувати в групах, що мають типове наповнення студентами різних рівнів успішності (репрезентативна група). Типовий розподіл студентів за рівнем успішності описується функцією Гаусса [37]. Загалом вона характеризує нормальний розподіл випадкових величин, який виконується тим точніше, чим більший набір цих величин. Установлено, що група студентів в 100–150 осіб одного набору (одного курсу факультету) достатньо об'єктивно й стабільно репрезентує типовий розподіл студентів за рівнем успішності [38].

Для прикладу розглянемо результати випробувань складності завдань у тесті з розділу фізики. Тест складався із 51 завдання. Результати зображено за допомогою діаграми, що складається зі стовпчиків (рис. 3.13).



**Рис. 3.13.** Розподіл імовірності невиконання завдань у тесті

Висота стовпчика діаграми, наведена на осі ординат, дорівнює імовірності невиконання завдання. По осі абсцис стовпчики розташовані відповідно до зростання складності завдань. Наведені дані є узагальненням результатів, що отримані при тестуванні близько 500 студентів протягом чотирьох років. Видно, що тест складається із завдань, які мають різну імовірність не-



правильного виконання. Для найлегших завдань (заштриховані в лівій частині діаграми) ця імовірність дуже мала (0,09). Найскладніше завдання (крайній правий стовпчик) має удесятеро більшу імовірність невиконання (0,9).

Отримані значення імовірності неправильного виконання завдання використовують для врахування складності завдання при підрахунку бального результату. Способи застосування коефіцієнтів складності при нарахуванні балів за дихотомічним і політомічним принципами розглянуто в [36] та додатку 4.

### 3.5. Інтерпретація результатів тестування

Раніше ми розглянули коректні способи створення тестових завдань, формування тестів і проведення тестувань. Після тестування студент отримує суму балів, які можна перевести в оцінку у відомих шкалах педагогічних вимірювань [39]. Але при такому формальному підході треба мати впевненість, що набрані бали правильно відображують рівень знань, що він не спотворений іншими факторами. Для розгляду та розв'язання проблем інтерпретації результатів існує низка теоретичних розробок.

#### 3.5.1. Класична теорія тестування

Історично першою виникла класична теорія (Classical Test Theory) [40], в якій розроблено способи одержання кількісних значень параметрів, що характеризують якість тесту – надійність вимірювань, узгодженість результатів, роздільна здатність завдань. Бали, отримані при тестуванні –  $X$  (емпіричний результат), відрізняються від того значення, яке відображає істинний рівень знань студента –  $T$  (істинний результат). Це зумовлено накладанням багатьох факторів, що пов'язані з якістю тестів, неправильним розумінням сенсу завдання, угадуванням, умовами проведення тестування тощо. Тому в загальному випадку значення набраного балу  $X$  характеризує рівень знань студента з певною похибкою  $\epsilon$ :

$$X = T \pm \epsilon. \quad (3.1)$$

Похибка вимірювання  $\varepsilon$  зменшується при збільшенні кількості завдань у тесті. Теорія припускає, що при спрямуванні кількості завдань до нескінченності можна знайти справжнє значення величини рівня знань студента. Зрозуміло, що такою ідеалізацією підкреслюється необхідність проведення великої кількості випробувань студентів і завдань у тесті. Отже, експериментальні дані отримують із статистичних досліджень, а для характеристики рівня знань студента можна застосовувати такі статистичні параметри, як середнє значення  $\bar{X}$  і дисперсію  $\sigma$  [37].

Дисперсія спостережуваних тестових балів  $\sigma_x$  складається із дисперсії істинних значень  $\sigma_t$  і дисперсії помилок  $\sigma_e$ :

$$\sigma_x^2 = \sigma_t^2 + \sigma_e^2. \quad (3.2)$$

Цими самими параметрами визначається коефіцієнт надійності тесту  $K$ :

$$K = \frac{\sigma_t^2}{\sigma_x^2}. \quad (3.3)$$

Якщо це відношення близьке до 0, то інтерпретація результатів є ненадійною; якщо коефіцієнт  $K$  близький до 1, то він є максимально надійним. Висока надійність свідчить про прийнятну повторюваність результатів тестування в однакових умовах. Таким чином, надійність тісно пов'язана із похибкою тестових вимірювань. Похибку можна розрахувати, спостерігаючи за розкидом балів, що виявляють у низці повторних тестувань (чим менший розкид, тим менше похибка). Надійність тесту характеризує його точність як вимірювального інструменту. Результати, отримані при застосуванні тесту з невідомою надійністю, не можуть бути коректно інтерпретовані.

Надійність характеризує як стійкість, так і узгодженість результатів вимірювань. Під узгодженістю розуміють збереження співвідношень між результатами виконання конкретних тестових завдань і тестів загалом за послідовного проведення низки тестувань. Наприклад, це може бути узгодженість результатів, що показали одні й ті самі студенти при повторному тестуванні з використанням одного й того ж самого тесту або його паралельної форми. Паралельними формами тестів називаються такі тести, що мають однотипний зміст та однакову кількість за-

вданий, які подані в схожому наборі формулювань. Таким вимогам відповідають тести, що утворюються випадковим відбором завдань з однієї бази.

Узгодженість тестів виявляється в однаковому типі змін їх результатів, що називають кореляцією. Ступень кореляції характеризує кількісний показник – коефіцієнт кореляції. Відомі кілька способів їх розрахунку (коефіцієнти кореляції Пірсона, Спірмена–Брауна, KR20, альфа Кронбаха, лямбда Гутмана [4]). Наприклад, коефіцієнт кореляції  $C$  між двома масивами параметрів  $X$  та  $Y$  розраховують за формулою:

$$C(X, Y) = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3.4)$$

де  $x_i$  та  $y_i$  – значення параметрів, що наповнюють масиви  $X$  та  $Y$ , а  $\bar{x}$  і  $\bar{y}$  – їх середні значення у масиві. Величина коефіцієнта кореляції може набувати значень у межах від  $-1$  до  $1$ . Якщо два ряди значень мають однаковий характер змін, то кореляція між ними дорівнює  $1$ . У протилежному випадку кореляція дорівнює  $-1$  (антикореляція). Коли ряди величин жодним чином не пов'язані, то кореляція між ними дорівнює  $0$ . Прикладами двох масивів  $X$  та  $Y$ , між якими встановлюється кореляція, можуть бути масив оцінок  $x_i$  за виконання студентом  $X$  завдань і масив годин  $y_i$ , витрачених ним при роботі над темами цих завдань під час підготовки до контролювання протягом  $Y$  годин, або два масиви балів, набраних двома студентами за кожне завдання при проходженні однакових тестів.

У загальному випадку вдосконалення банку завдань здійснюють на основі аналізу результатів тестування великої кількості студентів. Для цього створюють таблицю з кількістю рядків, що дорівнює кількості студентів, і з кількістю стовпчиків, що дорівнює кількості завдань у базі. До першого стовпчика вносять список студентів, а до стовпчиків першого рядку – назви завдань. Після заповнення таблиці результатами виконання завдань студентами, вона готова до аналізу.

Сумарний результат кожного стовпчика визначається кількістю студентів, які правильно виконали завдання, пов'язане зі стовпчиком. Тому в таблиці позначають завдання, які виконали майже всі студенти, а також ті, що виконали дуже мало студентів. Це звичайно дуже легкі завдання або ж занадто складні. Вони є неселективними, тому їх виключають із бази завдань.

Для подальшої селекції обраховується коефіцієнт кореляції між результатами з кожного завдання із сумарними результатами для всіх завдань. Відкидаються ті завдання, для яких коефіцієнт кореляції менший за визначену нижню межу (у випадку коефіцієнта кореляції Пірсона цю межу приймають за 0,3) [4]. Для завдань, що залишилися, розраховується їхня взаємна кореляція. За отриманими результатами відкидаються й ті завдання, що погано корелюють з іншими.

При вдосконаленні тесту слідкують також за його валідністю (п. 3.4.1). На противагу надійності тестів, їх валідність не відображається числовими показниками. Тому її оцінюють, порівнюючи результати комп'ютерного тестування з результатами, встановленими кваліфікованим та об'єктивним експертом при прямому опитуванні одних й тих самих студентів.

### 3.5.2. Математична теорія тестування

Виникнення математичної теорії тестування було зумовлене необхідністю розробки більш розвиненого й об'єктивного способу інтерпретації результатів перевірок знань студентів, ніж це забезпечувала класична теорія. Математична теорія відома ще як *Item Response Theory* (IRT) [41–44]. Вона спрямована на вирішення тих самих задач, що й класична теорія: встановлення рівня знань студента та похибки вимірювань з аналізу статистичних даних, що отримані при тестуваннях. Хоча розрахунки в математичній теорії є значно складнішими, ніж в класичній, але цей недолік виправдовується тими перевагами, що надає IRT:

- результати педагогічних вимірювань в IRT не залежать від особливостей вибірки тестових завдань або студентів, у той час як результати класичної теорії до цього чутливі;

- IRT дає можливість роздільно встановлювати значення рівня знань студента й ступень складності тестового завдання;
- величини рівня знань і складності завдання визначаються в однакових безрозмірних одиницях, що дає можливість проведення порівняльного аналізу;
- IRT забезпечує точніший розрахунок параметрів тестування (значення рівня знань, похибки), ніж це можливо у класичній теорії.

Основне положення математичної теорії полягає в тому, що отримання правильного розв'язку тестового завдання є випадковою подією. Імовірність її у загальному випадку визначається багатьма факторами, які пов'язані з самим *студентом* та *властивостями завдань*. Успішність відповіді студента, у першу чергу залежить не тільки від його рівня знань, але й від фізичного стану (здоров'я, втома), емоційного напруження тощо. Властивості завдань розрізняються складністю змістовного наповнення, способами їх формулювання, зрозумілими засобами подання в тесті. Одночасне врахування цих чинників є практично неможливим. Тому для інтерпретації результатів тестування застосовують спрощені моделі, в яких враховуються головні фактори впливу. Найбільш відомою є модель, запропонована датським математиком Георгом Рашем (Rasch measurement) [45–47].

**Модель Раша** базується на застосуванні тільки двох показників: рівень знань випробовуваного та складність завдання.

До основи моделі покладено цілком логічні припущення:

- випробовуваний із більш високим рівнем знань має більшу ймовірність правильно виконати завдання, ніж той, що має нижчий рівень знань, незалежно від складності завдання;
- завдання більшої складності характеризується меншою ймовірністю правильного розв'язку, ніж те, що має меншу складність, незалежно від рівня знань випробовуваного.

Якщо позначити рівні знань двох студентів  $A$  та  $B$  як  $S_A$  і  $S_B$  і вважати, що обидва студенти виконують завдання однакової складності  $t$ , то, згідно із моделлю Раша,

$$\frac{S_A}{S_B} = \frac{p_{At}q_{Bt}}{q_{At}p_{Bt}}, \quad (3.5)$$

де  $p_{At}$  і  $p_{Bt}$  – імовірності правильного виконання завдання складності  $t$  учасниками  $A$  та  $B$ , відповідно, а  $q_{At}$  і  $q_{Bt}$  – імовірності невиконання цього завдання тими самими учасниками. Іншими словами, для порівняння знань двох випробуваних необхідно запропонувати їм завдання однакової складності. При цьому відношення шансів успіху залежить тільки від відношення їх рівнів знань і не залежить від абсолютного значення складності виконаних завдань.

Оскільки сума імовірностей успіху та неуспіху розв'язку завдання дорівнює 1, то:

$$q_{At} = 1 - p_{At}, \quad q_{Bt} = 1 - p_{Bt}. \quad (3.6)$$

У моделі Раша рівень складності завдання визначається як відношення імовірності  $q_{1t}$  того, що певний стандартний учасник з одиничним рівнем підготовки ( $S = 1$ ) не виконає завдання до імовірності  $p_{1t}$  його виконання

$$t = \frac{q_{1t}}{p_{1t}} = \frac{1 - p_{1t}}{p_{1t}}, \quad (3.7)$$

де  $t$  – складність завдання, яке визначається щодо завдання з одиничною складністю ( $t = 1$ ).

Взявши рівень підготовленості учасника  $B$  одиничним ( $S_B = 1$ ) і враховуючи (3.6) та (3.7), отримаємо із (3.5):

$$S_A = \frac{p_{At} q_{1t}}{q_{At} p_{1t}} = \frac{p_{At}}{1 - p_{At}} \frac{(1 - p_{1t})}{p_{1t}} = \frac{p_{At}}{(1 - p_{At})} t. \quad (3.8)$$

Рівняння (3.8) пов'язує рівень складності певного завдання та рівень підготовки певного учасника з імовірністю правильного виконання завдання  $p_{At}$ . Воно має бути справедливим для визначення ймовірності виконання завдань будь-якого рівня складності. У загальному випадку із (3.8) отримуємо ймовірність  $P(S, t)$  того, що учасник із рівнем підготовки  $S$  правильно виконає завдання складності  $t$ :

$$P(S, t) = \frac{S}{S + t} = \frac{1}{1 + \frac{t}{S}}. \quad (3.9)$$

Імовірність  $P(S, t)$  дістала назву функції успіху. Як видно із наведеної формули функція успіху залежить тільки від відношення  $t$  до  $S$ , тому модель Раша називають **однопараметричною** [48].

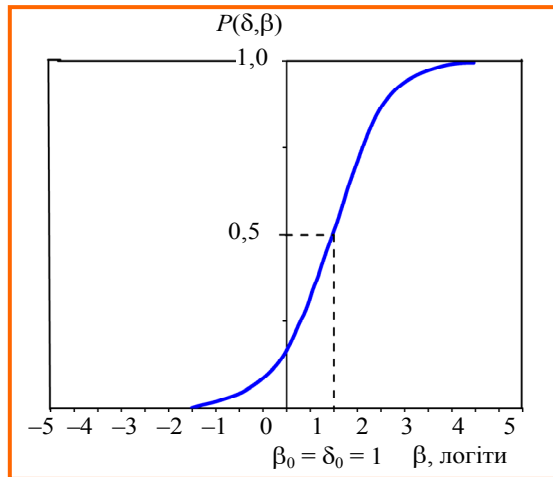
Для характеристики рівня знань студента й складності завдання до теорії введено нові змінні  $\beta$  і  $\delta$ , пов'язані з  $S$  і  $t$  співвідношеннями:

$$\beta = \ln S, \quad \delta = \ln t. \quad (3.10)$$

Введення змінних  $\beta$  і  $\delta$  у такому вигляді дає можливість характеризувати рівень знань і складність завдання однаковими безрозмірними одиницями, які дістали назву логітів [45]. Це дозволяє відобразити розподіли знань студентів і складності завдань в одній шкалі та досліджувати одночасний вплив цих параметрів на функцію успіху  $P(\delta, \beta)$ . Підставивши (3.10) у вигляді  $S = \exp(\beta)$  і  $t = \exp(\delta)$  до (3.9), отримаємо:

$$P(\delta, \beta) = \frac{1}{1 + \exp(\delta - \beta)}. \quad (3.11)$$

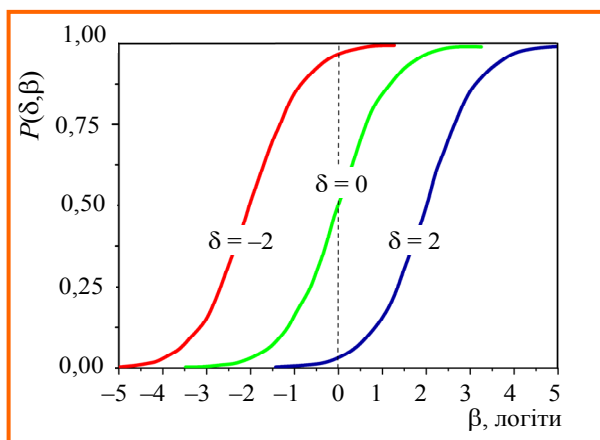
Залежність імовірності  $P(\delta, \beta)$  правильного розв'язку завдання зі складністю  $\delta$  від рівня знань студента  $\beta$  називають характеристичною кривою. Приклад характеристичної кривої, побудованої за (3.11) при складності завдання  $\delta = 1$ , показано на рис. 3.14.



**Рис. 3.14.** Характеристична крива залежності ймовірності  $P(\delta, \beta)$  надання правильної відповіді студентом від його рівня знань  $\beta$

Вважаючи для завдань середньої складності  $\delta_0 = 1$ , а для студента із середнім рівнем знань  $\beta_0 = 1$  і підставляючи ці значення до (3.11), встановлюємо, що значення імовірності правильного виконання в такому випадку  $P(\delta, \beta) = 0,5$ . Виходячи з цього масштаб шкали абсцис на рис. 3.14 обрано таким чином, що проекція точки  $\beta_0 = 1$  на характеристичну криву відповідає величині імовірності правильної відповіді, що дорівнює 0,5 за шкалою ординат.

Характеристичні криві називають також логістичними, оскільки відлік за віссю абсцис відбувається в логітах. В англійській літературі ці криві мають назву *Item Characteristic Curve* (ICC) [49]. Криві на рис. 3.15 також побудовані за (3.11). Змінною величиною є рівень знань студентів  $\beta$  (відкладається по осі абсцис), а величина складності кожного завдання  $\delta$  показана біля кожної із трьох зображених кривих.



**Рис. 3.15.** Характеристичні криві ICC в однопараметричній моделі

На рисунку зображено три характеристичні криві для складності завдань  $\delta$ , що дорівнюють  $-2$ ,  $0$ , і  $+2$  логіти (легкої, середньої і підвищеної складності), відповідно [49]. Розташування характеристичних кривих на логістичній шкалі для завдань із різною складністю визначаються так само, як на рис. 3.14. Згідно з (3.11) функція успіху  $P(\delta, \beta) = 0,5$  за будь-яких значень  $\delta = \beta$ . Тому криві розташовані так, щоб при рівні підготовленості сту-



дента  $\beta$ , що точно відповідає складності завдання  $\delta$ , імовірність успіху  $P(\delta, \beta)$  дорівнювала 0,5. Тобто такий студент може з однаковою ймовірністю виконати чи не виконати це завдання.

З розгляду цих характеристичних (логістичних) кривих можна дійти висновку, що вони демонструють цілком логічний зв'язок між рівнем знань студента та ймовірністю правильного виконання завдання: чим вищий рівень знань студента (рух праворуч за віссю абсцис), тим більша ймовірність того, що він виконає завдання правильно (рух вгору по осі ординат). Наприклад, для студента з  $\beta = 0$  імовірність правильно виконати легке завдання ( $\delta = -2$ ) близька до 1, для завдання середньої складності ( $\delta = 0$ ) – 0,5, а для важкого завдання ( $\delta = 2$ ) практично дорівнює 0.

На рис. 3.16 характеристичні криві також розраховано за (3.11), але, на відміну від випадку, розглянутого вище, змінною величиною є значення складності завдання  $\delta$  (відкладається по осі абсцис), а значення рівня знань студента  $\beta$  фіксоване для кожної кривої. Аналізуючи залежності на рис. 3.16, можна спрогнозувати очікувану успішність  $P(\delta, \beta)$  виконання окремими студентами завдань різної складності, тому їх називають Person Characteristic Curve (PCC). Криві характеризують трьох студентів із рівнем знань  $\beta$ :  $-2$ ,  $0$  і  $2$  логіти. Видно, що ймовірність правильного розв'язку завжди вища у сильного студента, незалежно від складності завдання. Наприклад, завдання зі складністю  $\delta = 0$  *слабкий* студент ( $\beta = -2$ ) практично не має шансів виконати, *середній* ( $\beta = 0$ ) має значно більшу ймовірність правильного виконання ( $P(\delta, \beta) = 0,5$ ), *сильний* студент ( $\beta = 2$ ) упевнено впорається із завданням з імовірністю, що наближається до одиниці.

Висновок про обґрунтованість застосування моделі Раша роблять у випадку, коли експериментальні характеристичні криві (отримані з результатів тестувань) наближаються до теоретичних (таких як на рис. 3.15 та 3.16). У цих випадках з ІСС кривих (рис. 3.15) знаходять величини складності завдань як проєкцію на вісь абсцис точки, якій відповідає значення ймовірності 0,5 на осі ординат. Аналогічно знаходять значення рівня знань студентів з PCC кривих (рис. 3.15) [49].

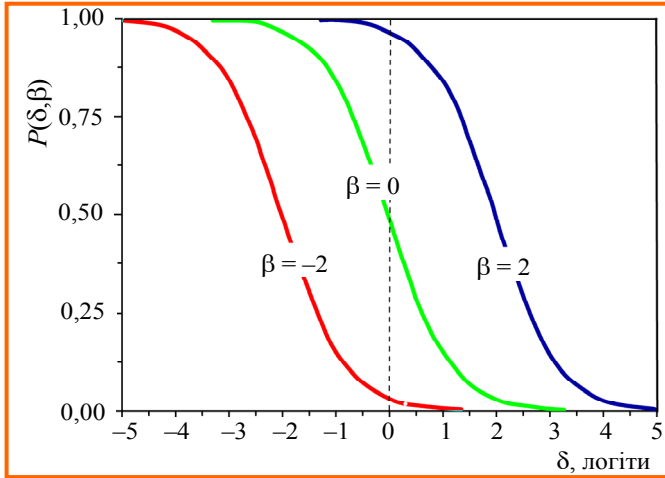
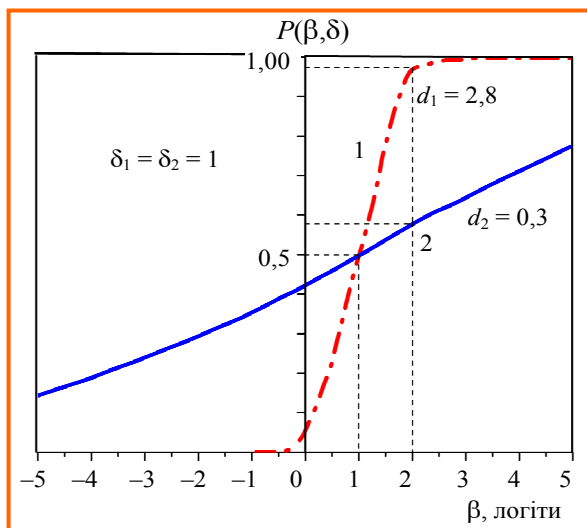


Рис. 3.16. Характеристичні криві РСС в однопараметричній моделі

При обробці великих масивів даних використовують спеціальні комп'ютерні програми, наприклад RUMM2020 [50]. Оцінки рівня знань студентів і значень складності завдань визначають спеціальними ітераційними методами за самоузгодженим алгоритмом зі всього набору тестових результатів: для кожного випробуваного й для кожного завдання.

**Подальший розвиток Item Response Theory (IRT)** був спрямований на розробку моделей, які б надавали можливість найкращим чином узгодити теоретичні розрахунки із фактичними результатами тестувань. Перш за все, це стосується врахування **роздільної здатності** кожного тестового завдання. Зупинимося на цьому докладніше.

Під роздільною здатністю розуміють найменшу різницю в рівні знань студентів, яка може бути зафіксована при виконанні завдання. Роздільна здатність є додатковим параметром, що характеризує відмінності властивостей тестових завдань. Суть цього параметру стає зрозумілою із розгляду характеристичних кривих двох завдань на рис. 3.17.



**Рис. 3.17.** Характеристичні криві ІСС завдань з однаковим рівнем складності  $\delta = 1$  та різною роздільною здатністю  $d_1 = 2,8$  і  $d_2 = 0,3$

З рисунку видно, що проєкція з точки перетину двох кривих при  $P(\delta, \beta) = 0,5$  на вісь абсцис для обох кривих має однакове значення  $\delta = 1$ . Це означає, що завдання, які відповідають кривим 1 і 2, мають однакову складність. У той самий час ці завдання не є рівноцінними. Криві 1 і 2 мають різну крутизну, тобто при збільшенні величини змінної  $\beta$ , що відкладена по осі абсцис, ми спостерігаємо різний приріст значення функції  $P(\delta, \beta)$ , що відкладена за віссю ординат. За рисунком крутизна кривої 1 більша, ніж кривої 2, оскільки ймовірність правильного розв'язку  $P(\delta, \beta)$  завдання 1 зростає на 0,5, а завдання 2 – менш ніж на 0,1 за однакової зміни рівня знань  $\beta$  від 1 до 2 (відповідні відрізки проєкцій двох кривих на вісь ординат показано пунктирними лініями). Отже, крутизна характеристичних кривих пов'язана з "чутливістю" функції успіху до змін у рівні знань, тобто роздільну здатність завдання. За великої крутизни характеристичної кривої ймовірності правильного виконання завдання будуть суттєво різними для студентів із малою різницею в рівні

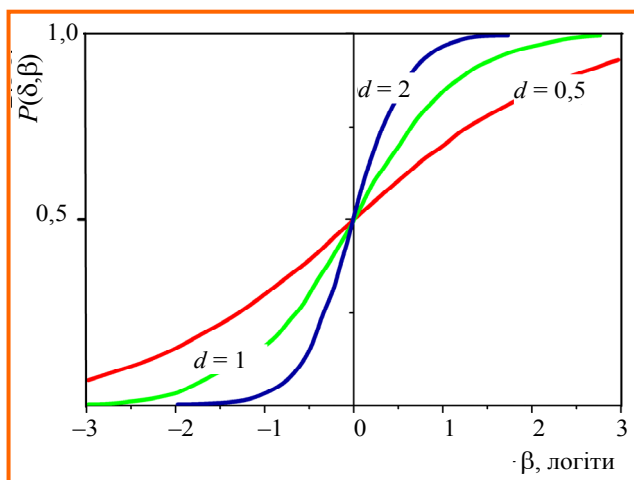
знань, тобто роздільна здатність такого завдання є великою, оскільки студенти будуть розділені за рівнем компетентності навіть у випадку, коли ця різниця мала. І навпаки, за невеликої крутизни кривої імовірності правильної відповіді будуть практично однаковими для студентів із суттєво різним рівнем знань. Відповідно таке завдання не може надійно поділити групу студентів за їх реальним рейтингом.

З огляду на те, що роздільна здатність завдань у тестах може бути різною, стає проблематичним застосування моделі Раша для аналізу практичних результатів тестування. Дійсно, у моделі розглядаються тільки завдання з однаковою роздільною здатністю, що добре видно при порівнянні характеристичних кривих на рис. 3.15 і 3.16. Криві паралельні одна до одної, тобто мають однакову крутизну й, відповідно, однакову роздільну здатність. Такий самий висновок випливає з аналізу (3.11), яка встановлює основні співвідношення між параметрами в моделі Раша. Роздільну здатність завдання визначає похідна по  $\beta$  від функції успіху  $P(\delta, \beta) : (\Delta P / \Delta \beta)$ . Визначення числового значення роздільної здатності диференціюванням функції (3.11) у точці  $P(\delta, \beta) = 0,5$ , де  $\beta = \delta$ , показує, що вона в моделі Раша дорівнює 0,25 для різних величин параметрів  $\beta$  і  $\delta$ .

Спосіб урахування різної роздільної здатності тестових завдань був запропонований Бірнбаумом [51]. До (3.11), що описує характеристичні криві, він додав параметр  $d$ , який дістав назву коефіцієнт дискримінації (item discrimination parameter):

$$P(\delta, \beta) = \frac{1}{1 + \exp(-d(\beta - \delta))}. \quad (3.12)$$

На відміну від (3.11), в якій застосовують один змінний параметр – різницю  $(\delta - \beta)$ , у (3.12) введено два змінних параметри  $(d$  і  $(\beta - \delta))$ , тому модель Бірнбаума дістала назву **двопараметричної**. Параметр  $d$  визначає нахил (крутизну) характеристичних кривих. На рис. 3.18 зображені криві, що відповідають різним значенням  $d$  при розрахунку за (3.12).



**Рис. 3.18. Характеристичні криві із різними коефіцієнтами дискримінації  $d$**

З рисунку видно, що чим більшим є значення  $d$ , тим більшою є крутизна характеристичної кривої, отже й більша роздільна здатність тестового завдання. Таку саму відповідність можна побачити й на рис. 3.17.

Бірнбаум запропонував враховувати ще один механізм впливу на результати тестування, що може спотворювати вимірюваний рівень знань. Під цим фактором він розумів імовірність вгадування правильного розв'язку завдання. Для врахування ймовірності вгадування було додано параметр вгадування  $c$  до (3.12):

$$P(\delta, \beta) = c + \frac{1 - c}{1 + \exp(-d(\beta - \delta))}. \quad (3.13)$$

Таким чином, кожне завдання характеризується трьома параметрами: складністю  $\delta$ , роздільною здатністю  $d$  і константою вгадування  $c$ . Тому така теоретична розробка дістала назву **трипараметричної** моделі Бірнбаума [52].

На рис. 3.19 показано характеристичні криві завдань з однаковими складностями ( $\delta = 1$ ), коефіцієнтами дискримінації ( $d = 1$ ) і різними параметрами вгадування  $c = 0$ ,  $c = 0,25$ ,  $c = 0,5$ .

Із рисунку видно, що вгадування призводить до зміщення характеристичних кривих вгору. Причому зміщення є більшим для

слабких студентів (ліва частина кривих) і незначним – для сильних студентів (права частина кривих). Тобто відповіді слабких студентів значною мірою залежать від вгадування. Для врахування параметра вгадування  $c$  його значення знаходять для кожного завдання експериментально.

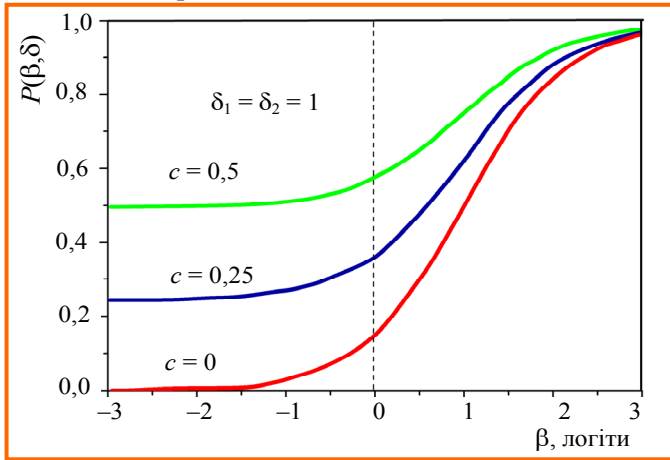


Рис. 3.19. ICC у трипараметричній моделі ( $\delta = 1, d = 1$ )

**Особливості застосування різних моделей IRT.** Багатопараметричні моделі Бірнбаума отримано як розвиток однопараметричної моделі Раша. Це підтверджує той факт, що (3.12) і (3.13) для дво- і трипараметричних моделей перетворюються на (3.11) однопараметричної моделі, якщо прийняти  $c = 0$  і  $d = 1$ . Іншими словами, модель Раша виглядає спрощеним варіантом моделей Бірнбаума, якщо нехтувати можливістю вгадування відповіді та вважати, що всі завдання мають однакову роздільну здатність. Отже, можна було б очікувати, що для інтерпретації результатів тестування застосовуватимуться тільки найбільш розвинені багатопараметричні моделі. Але реально знаходять застосування всі перераховані моделі при використанні їх з різною метою. Пояснимо це докладніше.

Моделі Бірнбаума є ефективним інструментом для **дослідження властивостей тестових завдань**. Для цього за результатами тестування будують характеристичні криві (ICC) й порівнюють

їх з теоретичними. Узгодження теоретичних характеристичних кривих з експериментальними проводять підбором величин змінних параметрів  $c$  і  $d$  у (3.12) чи (3.13). Цих параметрів достатньо для прийнятної підгонки теоретичної кривої до експериментальної. Отримані при цьому значення  $c$  і  $d$  використовують як величини, що характеризують імовірність вгадування відповіді та роздільну здатність завдання.

У той самий час багатопараметричні моделі мають суттєві недоліки при їх використанні для **встановлення рівня знань випробовуваних**. Пояснимо це на прикладі висновків, що випливають із порівняння кривих 1 і 2 рис. 3.17. Характеристична крива 2, що відповідає завданню з роздільною здатністю  $d = 0,3$ , дає нелогічне оцінювання рівня знань. Вона проходить значно нижче кривої 1 ( $d = 2,8$ ) у правій частині рисунка та значно вище – у лівій частині. Тобто завдання 2 має меншу, ніж завдання 1, імовірність успішного виконання за додатних значень  $\beta$  і більшу – за від'ємних. Виходить, що для сильних студентів завдання 2 є складнішим, ніж завдання 1, а для слабких студентів те саме завдання 2 простіше за завдання 1. Подібну нелогічність можна побачити й на рис. 3.18 та 3.19.

Модель Раша, хоча й не враховує деякі особливості завдань, але забезпечує дотримання базового принципу тестування: чим вищий рівень знань студента, тим більша ймовірність успішного виконання тестового завдання будь-якої складності. Звідси випливає: якщо одне завдання є простішим за інше для студентів якогось вибраного рівня знань  $\beta$ , то це співвідношення зберігається для всіх студентів будь-якого рівня знань. Графічно це ілюструють рис. 3.15, 3.16, на яких видно, що характеристичні криві в моделі Раша не перетинаються.

Таким чином, однопараметрична модель Раша безперечно більш коректна за інші моделі при **інтерпретації результатів тестування**. У дослідженнях Rasch Measurement виконується умова – незалежність оцінок складності завдань від рівня знань студентів і незалежність оцінок рівня знань студентів від параметрів завдань (*separability parameter estimates*) [48].

Модель Раша використовують не тільки для оцінювання знань, але й для вдосконалення тестів [35, 36]. Наприклад, можливе виявлення неякісних завдань при порівнянні фактичних і теоретичних показників імовірності їх правильного розв'язку. Крім цього, для усунення надлегких і надскладних завдань використовують спосіб порівняння розподілу студентів за рівнем знань із розподілом завдань за рівнем складності (додаток 5).

Параметри, знайдені при застосуванні розглянутих вище моделей, використовують не лише для аналізу рівня підготовки студентів або якості тестів. Вони також можуть бути використані для проведення спеціальних форм тестування, наприклад при адаптивному тестуванні [53].

### **3.6. Комп'ютерні програми для проведення тестувань**

Для впровадження комп'ютерної перевірки знань необхідно мати спеціалізоване **програмне забезпечення тестування** (ПЗТ). Його можна умовно поділити на дві частини: *першу* – застосовують при створенні тестових завдань; головна функція *другої* частини – встановлення правильності виконання тестових завдань і на цей підставі – оцінювання рівня знань студента. Тестові завдання мають обмежений набір форм (див. п. 3.3.1). Формалізована перевірка виконання завдань відбувається так, що ПЗТ порівнює коди відповіді студента з кодами, що закладені як правильні. ПЗТ виробляє команду на зарахування правильної чи неправильної відповіді залежно від того, було або не було зафіксовано співпадіння кодів. Створення комп'ютерної програми за таким алгоритмом не є важким завданням для кваліфікованого програміста. Тому багато навчальних закладів створювали власні програми тестування. У той самий час ПЗТ розробляли й спеціалізовані комерційні організації. Такі програми випускали як у вигляді окремого програмного продукту, так і як програмний модуль, що входить до загального програмного забезпечення системи управління навчанням [54, 55]. Професійні ПЗТ постійно вдосконалювали та збільшували їх функціональні можливос-



ті. Їх розвиток спрямовувався на об'єднання в одній системі засобів створення завдань, проведення тестувань, математичної обробки результатів та їх захищене зберігання. Як наслідок, професійні ПЗТ значно ускладнились, а спрощені розробки власного виробництва перестали задовольняти сучасні потреби [56]. Крім того, з'явилися досконалі ПЗТ безплатного застосування [57], і необхідність розробки саморобних програм тестування відпала. Розглянемо засоби й функціональні можливості сучасного ПЗТ.

### **3.6.1. Вимоги до засобів створення тестових завдань**

Сучасне ПЗТ повинно мати засоби:

- створення не менше п'яти стандартних форм тестових завдань (Одиничний чи множинний вибір, Установлення відповідності, Перетягування об'єктів тощо). Вісім можливих форм наведено в п. 3.3.1. Додатково можуть надаватися засоби для створення завдань спеціальних форм (Твір, Розв'язок задачі, Аналітична формула тощо);

- внесення завдань та їх відображення в тесті. У ПЗТ створено умови для того, щоб непрофесійний користувач міг легко внести завдання до системи комп'ютера. Текстові завдання можуть бути введені з клавіатури через інтерфейс ПЗТ чи імпортовані до системи тестування у вигляді заздалегідь підготовлених файлів. Обов'язково передбачається можливість використання шаблонів типових завдань в електронній формі, а також їх підготовка у звичних програмах створення та редагування текстових і табличних файлів: Microsoft Word, Microsoft Excel, Notepad (Блокнот);

- імпорту та вставлення зображень, формул, схем, таблиць, HTML, OLE документів, аудіо- та відеомультимедійних об'єктів до тестових завдань та варіантів відповідей і розв'язків.

### **3.6.2. Вимоги до засобів проведення тестувань**

Новітні ПЗТ оснащуються засобами, які дозволяють:

1. Зменшити ймовірність фальшування при тестуванні. Для цього тест формується індивідуально для кожного випробувано-

го. У простому варіанті робиться зміна порядку надання завдань з одного й того самого набору. У ПЗТ високого рівня для цього застосовується випадковий відбір певної кількості завдань із великої бази. Кількість завдань в тесті задає викладач. Завдання відбираються так, щоб до тесту було включено завдання з різних розділів теми (п. 3.4.2).

2. Проводити адаптивне тестування. У такому тестуванні використовують завдання, складність яких попередньо встановлено з експериментальних досліджень. Адаптивний тест формується під час його виконання. Спочатку випробовуваному дається завдання середньої складності, при правильному виконанні якого пропонується – складніше, при неправильному – простіше. Таким чином відбираються завдання, складність яких відповідає рівню знань студента, тому при виконанні студентом відносно невеликого набору завдань можна за їх складністю достовірно встановити рівень знань випробовуваного. У результаті скорочується час тестування, що дає позитивні результати:

- час тестування не перевищує часу порогу втомлення, тому його результати не спотворені цим фактором (п. 3.4.2);

- тестування дешевшає, оскільки зменшуються витрати за використання складного комп'ютерного обладнання та спеціальних приміщень, що має велике значення для тестування великих груп випробуваних;

3. Надавати коментарі до відповідей. У найпростіших випадках повідомляється, що відповідь зарахована як правильна чи неправильна. У докладніших коментарях показують правильну відповідь, а у випадку неправильної відповіді пояснюють причину помилки та надають додатковий навчальний матеріал. У художньому оформленні коментарів можуть бути задіяні анімовані персонажі (викладач, учений, лікар тощо), які демонструють своє ставлення до відповіді, тим самим впливаючи на емоційну сферу студента.

4. Задавати умови тестування, серед яких можуть бути обмеження на час тестування та на час виконання окремого тестового завдання залежно від їх складності. Після кожної спроби студентам може бути наданий дозвіл або заборонено ознайомлення

з результатами. У ПЗТ передбачаються засоби, що обмежують кількість спроб виконання тесту, а також встановлюють граничні терміни виконання тестування, після настання яких тести стають недоступними.

### **3.6.3. Вимоги до функціональних можливостей системи**

Сучасне програмне забезпечення тестування повинно мати:

1. Засоби внесення вагових коефіцієнтів складності до кожного тестового завдання. В автоматичному режимі проводяться розрахунки за результатами тестування та надається оцінка рівня знань студента безпосередньо після виконання тесту. Проводиться обробка результатів тестування, відповідно до існуючих моделей теорії тестування (п. 3.5).

2. Засоби автоматичного створення звітів за результатами виконання тестів студентами. Форму звіту обирає викладач із великого набору шаблонів у системі. Звіти про виконання тестів і повна інформація про студентів мають надійно зберігатися за умови забезпечення заходів захисту від несанкціонованого доступу. Для цього має бути передбачено можливість використання однієї із широкоживаних баз даних (MySQL, Microsoft SQL server).

3. Засоби підтримки як локального, так і мережевого режимів тестування. Необхідність тестування за допомогою комп'ютерної мережі виникає при проведенні одночасного виконання тестів великою групою студентів, що навчаються дистанційно. Для надання доступу користувачів до систем із різним програмним забезпеченням і комп'ютерними засобами передбачаються можливості імпорту та експорту тестів у найбільш поширених форматах (Microsoft Word, Excel, XML). ПЗТ має бути стандартизованим для виконання широкого спектру процедур обробки та передавання даних, сумісних з існуючими системами управління навчанням.

4. Зручний інструментарій для зв'язку із системою тестування. Панель інструментів на дисплеї комп'ютера повинна мати прийнятно структуровану систему кнопок керування. Інструментарій викладача для настройки параметрів тестування й адміністру-

вання розташовується в зоні, відокремленій від кнопок, що використовують студенти для входу до системи, надання відповідей і переходів між тестовими завданнями. Кнопки оформлені так, що графічна символіка підказує їх призначення (інтуїтивний інтерфейс).

### **3.6.4. Приклади програмних пакетів для впровадження тестувань у навчальний процес**

Більшості вимог до ПЗТ, що розглянуті вище, відповідають програмні модулі тестування, які входять до систем управління навчанням. Серед них – СУН Moodle [54] та Ilias [55], що є програмними продуктами вільного та безплатного користування. Важливо зазначити, що відкрите програмне забезпечення постійно вдосконалюється міжнародною спільнотою програмістів і має високу якість.

Для впровадження комп'ютерного тестування в закладах, які не використовують системи управління навчанням, звичайно застосовують спеціалізовані програмні розробки. Існує велика кількість програмних пакетів такого призначення, наприклад таких, як SunRav TestOfficePro, WebQuiz XP, Course Lab, Adobe Captivate. Їх загальна структура звичайно однотипна – тестові програми різних розробників мають три програмні блоки:

- створення тестів (конструктор тестів);
- представлення завдань для виконання;
- обробки результатів тестування.

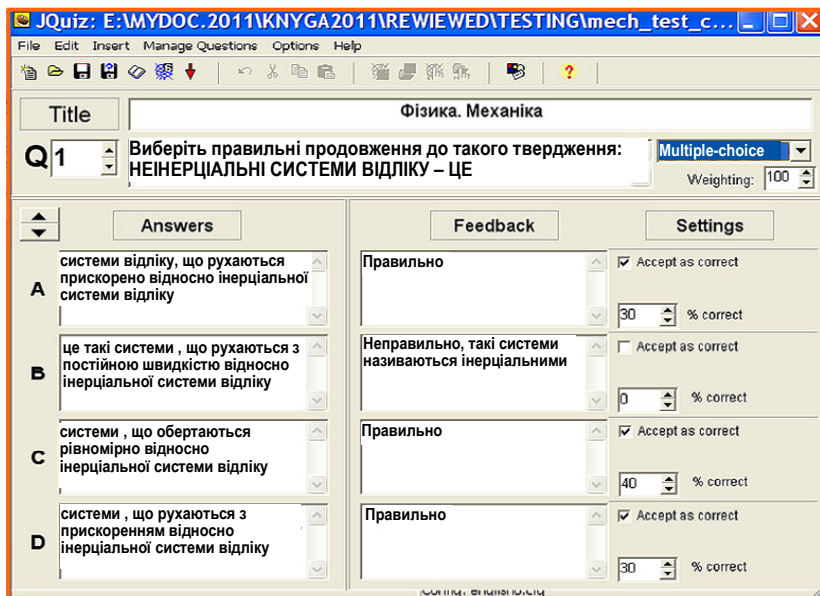
Розглянемо функції цих блоків і засоби взаємодії з ними (інтерфейси) на прикладі вільно розповсюджуваної програми Hot Potatoes [57].

Блок КОНСТРУКТОР призначено для наповнення тестів завданнями. У ньому закладені шаблони створення завдань п'яти форм:

- **JQuiz** – *множинний вибір правильної відповіді;*
- **JCloze** – *заповнення пропусків;*
- **JMatch** – *установлення відповідності;*
- **JCross** – *кресворд;*
- **JMix** – *розстановка елементів у правильній послідовності.*

Для об'єднання в одному тесті завдань різних форм у Hot Potatoes існує засіб **The Masher** (картоплем'ялка).

Упорядник тесту (викладач) конструює завдання й тест у цілому, користуючись інструментами та сервісами, які отримує на відповідному інтерфейсі. Вигляд інтерфейсу конструктора Hot Potatoes показано на рис 3.20.



**Рис. 3.20. Вигляд інтерфейсу конструктора тестів при створенні завдання форми – Jquiz**

Мова інтерфейсу Hot Potatoes за замовчуванням – англійська. Її можна змінити на зручнішу для користувача. До Hot Potatoes закладено 26 мов локалізації, але є можливість введення додаткових. У верхній частині інтерфейсу розташовано панель інструментів конструктора завдань. Призначення інструментів показано написами та інтуїтивно зрозумілими піктограмами. Із цієї самої панелі можна звертатись до вбудованої системи допомоги з прикладами.

Упорядник тесту створює завдання шляхом заповнення вікон інтерфейсу. Їх призначення стає зрозумілим із рис. 3.20.

У розділі *Answers* (Відповіді) розташовують можливі варіанти відповідей, у розділі *Feedback* (Зауваження) – зазвичай роз'яснення до помилки студента. Тип завдання обирають із переліку, який можна викликати у вікні у правому верхньому куті інтерфейсу. Нижче розташовано вікна для встановлення шкали оцінок до завдання загалом *Weighting* (Оцінювання) та розподіл її частин за відповідями *Settings* (Настройки). Крім того, є можливість призначення вагових коефіцієнтів для кожної відповіді, задання часу на виконання завдань, вибору кольорової гами інтерфейсу відповіді через кнопку *Options* (Опції).

Конструктор тестів дає можливість створювати завдання в двох форматах:

- у форматі, що дозволяє інтегрувати тести до системи управління навчанням;
- у форматі веб-сторінки, що дозволяє проводити тестування за допомогою будь-якого веб-браузера.

При виконанні тесту студент отримує завдання у вигляді, приклад якого показано на рис. 3.21. Оскільки тут є елементи керування, то це можна назвати інтерфейсом Завдання – Відповіді.

**Фізика. Механіка**  
**Множинний вибір**

1/11    =>

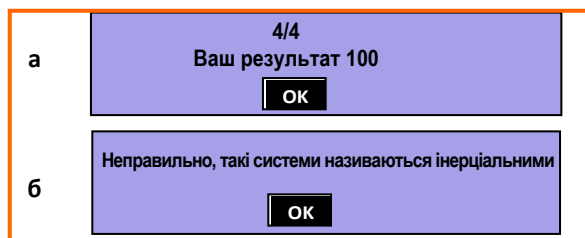
Виберіть правильні продовження до такого твердження:  
**НЕІНЕРЦІАЛЬНІ СИСТЕМИ ВІДЛІКУ – ЦЕ**

- a.  системи відліку, що рухаються прискорено відносно інерціальної системи відліку
- b.  це такі системи, що рухаються з постійною швидкістю відносно інерціальної системи відліку
- c.  системи, що обертаються рівномірно відносно інерціальної системи відліку
- d.  системи, що обертаються з прискоренням відносно інерціальної системи відліку

Перевірка

**Рис. 3.21. Інтерфейс "завдання – відповіді"  
форми JQuiz – Множинний вибір**

У цьому завданні студент має мишкою позначити відповіді, які він вважає правильними. Після цього студент "натискає" кнопку Перевірка й отримує коментар про успішність виконання завдання (рис. 3.22).



**Рис. 3.22. Приклади можливих варіантів коментарів:**

а – усі чотири відповіді позначено правильно,

б – була позначена відповідь (b)

Для переходу до наступного завдання студент натискає кнопку Далі (=>).

Інформація про виконання всіх завдань тесту накопичується в програмному блоці обробки результатів. Розрахункові можливості програми дають можливість:

- отримувати у відсотках підсумок успішності виконання тесту;
- знижувати оцінку за невдалі відповіді в межах одного завдання;
- знижувати оцінку за звернення до підказок, що закладені в програмі.

Підсумкова оцінка тестування у відсотках фактично дорівнює оцінці рівня знань студента за 100-бальною шкалою та може бути переведена в класичну шкалу оцінок (п. 3.4.3).

Програма Hot Potatoes має засоби для створення завдань із використанням текстової, графічної, аудіо- та відеоінформації. Застосовувати програму може звичайний користувач, що не має навичок програмування. Завдяки доступності та широким можливостям ця програма використовується у всьому світі для створення тестових завдань із різних дисциплін. 2009 р. випущено безплатну версію програми з усіма включеними функціями, яку можна завантажити з [57].

## Література до розділу 3

1. Жарких, Ю.С. Диагностика рівня знань за допомогою тестів / Ю.С. Жарких, Є.В. Драган // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Кібернетика. – 2005. – Вип. 6. – С. 62-65.
2. Звонников, В. Современные средства оценивания результатов обучения : учеб. пособие / В. Звонников, М. Челышкова – М. : Изд. центр "Академия", 2007. – 224 с.
3. Тягунова, Т.Н. Философия и концепция компьютерного тестирования / Т.Н. Тягунова – М. : МГУП, 2003. – 246 с.
4. Ким, В.С. Тестирование учебных достижений / В.С. Ким. – Уссурийск : УГПИ, 2007. – 214 с.
5. Аванесов, В.С. Основы педагогической теории измерений / В.С. Аванесов // Педагогические измерения. – 2004. – №1. – С. 69-74.
6. Методичні рекомендації щодо формування тестових завдань і тестів / А.Г. Загородній, Д.В. Федасюк, Л.Д. Озірковський, А.В. Гунькало, Л.М. Пилипенко. – Л. : Львів. політехніка, 2010. – 24 с.
7. Красюк, Ю.М. Масштабне тестування студентів з використанням дистанційних технологій / Ю.М. Красюк, І.В. Шабаліна // Інформаційні технології в освіті : зб. наук. праць. – Херсон : Херсонський держ. ун-т. – 2008. – Вип. 1. – С. 72-77.
8. Про невідкладні заходи щодо запровадження зовнішнього незалежного оцінювання та моніторингу якості освіти : Постанова Кабінету міністрів України №1312 від 31.12.05. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:[http://crimeatest.org.ua/files/4\\_normativni\\_dokumenty/4\\_3\\_postanovi\\_kabminu/pro\\_nevidkladni\\_zahodi.doc](http://crimeatest.org.ua/files/4_normativni_dokumenty/4_3_postanovi_kabminu/pro_nevidkladni_zahodi.doc). – Назва з екрану
9. Аванесов, В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе : учеб. пособие / В.С. Аванесов – М. : Исслед. центр, 1989. – 167 с.
10. Волков, Н. Тестовый контроль знаний : учеб. пособие / Н. Волков, А. Алексеев, Н. Алексеев – Сумы : ООО "ИТД "Университ. книга", 2004. – 109 с.
11. Яшанов, С. М. Комп'ютерне тестування / С.М. Яшанов, І. М. Сmealін. – К. : НПУ, 2008. – 84 с.
12. Про проведення педагогічного експерименту з кредитно-модульної системи організації навчального процесу : Наказ Міністерства освіти і науки України № 48 від 23.01.04. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:<http://karazin.ru/information/bolon/mon48.rtf>. – Назва з екрану.
13. Переверзев, В.Ю. Технология разработки тестовых заданий : справ. руководство / В.Ю. Переверзев. – М. : Е-Медиа, 2005. – 265 с.
14. Кириленко, Е. Г. Разработка тестовых заданий для компьютерного тестирования : учеб. пособие / Е.Г. Кириленко. – Х. : ХАИ, 2007. – 129 с.



15. Кречетников, К.Г. Задания в тестовой форме и методика их разработки / К.Г. Кречетников. – Владивосток : ДВГУ, 2002. – 40 с.
16. Аванесов, В.С. Форма тестовых заданий / В.С. Аванесов. – М. : Центр тестирования, 2005. – 156 с.
17. Lufthansa to Europe: Virtual Pilot! [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.lufthansa-vp.com/vp1/play.html/>– Title from the screen.
18. Чельшкова, М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов / М.Б. Чельшкова. – М. : Логос, 2002. – 432 с.
19. Аванесов, В.С. Композиция тестовых заданий : учеб. книга / В.С. Аванесов. – М. : Адепт 1998. – 217 с.
20. Майоров, А.Н. – Теория и практика создания тестов для системы образования / А.Н. Майоров. – М. : Интеллект-центр, 2001. – 296 с.
21. Ахо, А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции / А, Ахо, Дж. Ульман. – М. : Мир, 1978. – 243 с.
22. Говорухин, В. Н. Введение в Maple. Математический пакет для всех / В.Н. Говорухин, В.Г. Цибулин. – М. : Мир, 1997. – 208 с.
23. Жарких, Ю.С. Автоматизація перевірки формульних виразів / Ю.С. Жарких, О.С. Бичков, Є.В. Драган, О.В. Третяк // Педагогіка і психологія. – 2006. – №4 – С.55-62.
24. Выбор оптимальной длины педагогического теста и оценка надежности его результатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.e-joe.ru/sod/99/2\\_99/st160.html/](http://www.e-joe.ru/sod/99/2_99/st160.html/)– Название с экрана.
25. Рудюк, Т.Я. Методичні підходи до створення валідних тестових завдань з природничих наук / Т.Я. Рудюк // Вісн. Тестування і моніторинг в освіті. Центр тестових технологій і моніторингу якості освіти. – 2007. – № 12. – С. 34-36.
26. Нейман, Ю.М. Педагогическое тестирование как измерение / Ю.М. Нейман, В.А. Хлебников. – М. : Центр тестирования МО РФ, 2002. – 67 с.
27. Frary, R.B. Formula Scoring of Multiple-Choice Tests (Correction for Guessing) / R.B. Frary // Educational measurement: Issues and Practice. – 1988. – V. 7. – №2 – P. 33-38.
28. Tecla, L. Innovative Item Types in Computer Based Testing: Scoring of Multiple Response Items / Lampe Tecla, Theo Eggen // Citogroep. Netherland. – 2003. – Sept.
29. Варгальюк, В. Аналіз результатів педагогічного експерименту з впровадження шкали ECTS у ВНЗ України / В. Варгальюк, Т. Деркач // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007. – № 1. – С. 66-70.
30. Бесчастный, В.М. Стандартизація освітніх систем на етапі входження України до Болонського процесу / В.М. Бесчастный // Економі-

ка та держава // Міжнародний наук.-практ. журн. – 2009. – № 9 (81). – С. 77-79.

31. Морев, И. А. Образовательные информационные технологии. Ч. 2. Педагогические измерения : учеб. пособие / И.А. Морев. – Владивосток : Дальневост. ун-т, 2004. – 174 с.

32. Морев, И.А. Образовательные информационные технологии. Ч. 4. Развивающий измерительный процесс в вузе / И.А. Морев. – Владивосток : Дальневост. ун-т, 2004. – 148 с.

33. Морев, И.А. Образовательные информационные технологии. Ч. 5. Методическая система стимулирования обучаемости средствами дидактического тестирования / И.А. Морев. – Владивосток : Дальневост. ун-т, 2004. – 120 с.

34. Жарких, Ю.С. Вплив одночасного застосування різних шкал оцінок на рейтинговий розподіл студентів за рівнем знань / Ю.С. Жарких, С.В.Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третьак // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2011, Вип. 27. – С. 75-81.

35. Жарких, Ю.С. Информативность рейтинговой системы оценивания уровня знаний студентов / Ю.С. Жарких, Є.В. Драган, О.В. Третьак // Новый коллегіум. – 2008. – №3. – С.34-42.

36. Жарких, Ю.С. Врахування рівня складності тестових завдань при комп'ютерній діагностиці знань / Ю.С. Жарких, Є.В. Драган // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Фіз.-мат. науки. – 2006. – №3. – С.325-330.

37. Гласс, Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. – М. : Прогресс, 1976. – 495 с.

38. Wainer, H. Principals of Modern Psychological Measurement. / H. Wainer, S. Messik. – New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 1983. – 377 p.

39. Жарких, Ю.С. Розрахунок показника рівня знань при комп'ютерному тестуванні / Ю.С. Жарких, Є.В. Драган // Вісн. Техн. ун-ту "Харківський політехнічний інститут". – 2005. – №18. – С.61-66.

40. Crocker, Linda. Introduction to Classical and Modern Test Theory / Linda Crocker, James Algina. – N.-Y. : Harcourt Brace Jovanovich, 1986. – 544 p.

41. Hambelton, R.K. Fundamentals of Item Response Theory. / R.K. Hambelton, H. Swaminathan, H.J. Rogers. – United States of America : Sage publications, 1991. – 174 p.

42. Linden, W.J. Handbook of Modern Item Response Theory / W.J. Linden, R.K. Hambelton. – Springer, 1997. – 510 p.

43. New Horizons in Testing: Latent Trait Test Theory and Computerized Adaptive Testing. [Weiss D.J. (Ed.)]. – N.-Y. : Academic Press, 1983. – 345 p.

44. Lord, F.M. Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems / F.M. Lord. – Hillsdale N-J : Lawrence Erlbaum Ass., Publ., 1980. – 266 p.

45. Rasch, G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment tests / G. Rasch. – Chicago : The University of Chicago Press, 1981. – 199 p.
46. Andrich, D. Rasch Models for Measurement (Quantitative Applications in the Social Sciences) / D. Andrich. : Sage Publications, Inc, 1988. – 96 p.
47. Baker, F.B. The Basics of Item Response Theory. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation / F.B. Baker. – University of Wisconsin : ERIC Publications, 2001. – 186 p.
48. Ким, В.С. Анализ результатов тестирования в процессе Rasch measurement, / В.С. Ким // Педагогические измерения. – 2005. – №4. – С.39-45.
49. Smith, E.V., Conrad, J.M., Chang, K., Piazza, J. An Introduction to Rasch Measurement for Scale Development and Person Assessment / E.V. Smith, J.M. Conrad, K. Chang J. Piazza // Journal of Nursing Measurement. – 2002. – №10. – P. 189-206.
50. RUMM [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.rummlab.com.au./](http://www.rummlab.com.au/)– Title from the screen.
51. Birnbaum, A. Some Latent Trait Models and Their Use in Inferring and Examinee's Ability. / A. Birnbaum // In Lord F.M., Novick M. Statistical Theories of Mental Test Scores. Addison-Wesley Publ. Co. Reading, Mass, 1968. – P.397-479.
52. Educational Measurement: Third Edition. [Ed. by Linn R.L.]. – N.-Y. : Macmillan Publishing Co., 1989. – 610 p.
53. Васильев В. И., Тягунова Т. Н. Основы культуры адаптивного тестирования. / В. И. Васильев, Тягунова. – М.: ИКАР, 2003. – 580с.
54. Moodle.org: open-source community-based tools for learning [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://moodle.org./](http://moodle.org/)– Title from the screen..
55. ILIAS E-Learning [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.ilias.de./>– Title from the screen.
56. Кривицкий, Б.Х. К вопросу о компьютерных программах учебного контроля знаний / Б.Х. Кривицкий // Educational Technology & Society. – 2004. – №7(2). – с.158-169.
57. Hot Potatoes Half-Baked Software [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://hotpot.uvic.ca/>, <http://web.uvic.ca/hrd/hotpot/register.htm./>– Title from the screen.

□□□□□

## Розділ 4

# СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ (СУН)

oo

### 4.1. Призначення та склад СУН

Система управління навчанням (СУН) являє собою програмний продукт, за допомогою якого проводять навчальний процес і виконують адміністративні функції при застосовуванні комп'ютерних технологій в освіті. У міжнародній термінології вона має назву **Learning Management System (LMS)** [1–3]. Навчальні функції здійснюють засобами які можна розділити на такі, що надають можливість навчатися студенту й такі, що призначені для роботи викладача:

- *студент* отримує керований доступ до навчальних матеріалів, до участі в семінарах і відеоконференціях, до виконання тестових завдань;

- *викладач* має засоби для створення електронних навчальних матеріалів і тестів, проведення навчальної роботи.

Адміністративні функції полягають у виконанні роботи електронного деканату:

- зарахування студентів, формування начальних груп, ведення супроводжувальної документації;

- підтримка виконання навчальних планів і розкладу занять.

#### 4.1.1. Структура програмного пакету

Навчальні заклади можуть отримати СУН із різних джерел: придбати програмні розробки комерційних фірм, застосувати вільно розповсюджені безплатні програмні продукти. Деякі організації й навчальні заклади використовують СУН власної розробки із врахуванням специфіки їх роботи (напр., банки, військові інститути). Системи різного походження можуть розрізнятися за деталями чи в повноті виконання деяких функцій,

але, здебільшого, мають однакову структуру. Типову блок-схему СУН показано на рис. 4.1. Римськими цифрами позначено:

I – панель взаємодії учасників навчального процесу із системою управління навчанням (*інтерфейс*). На панелі розташовані елементи управління, через які надається доступ до СУН і призначаються подальші дії (робота з навчальними матеріалами, виконання тестів, одержання звітів про результати роботи тощо);

II – блок організації навчально-адміністративної роботи, що містить засоби авторизації і реєстрації учасників навчального процесу. Звідси вони отримують доступ до інших функціональних частин СУН, відповідно до їхньої ролі (студент, викладач, тьютор, дизайнер електронних навчальних матеріалів, адміністратор системи, гість). Тут розташовані також засоби для формування навчальних груп, складання відомостей і звітів про успішність студентів, розклад занять і навчальні плани;



Рис. 4.1. Блок-схема системи управління навчанням

III – блок зберігання електронних навчальних матеріалів і надання доступу до них, що забезпечує підтримку та використання ЕНМ (імпорт–експорт, архівування–відновлення); програмне забезпечення для створення нових електронних навчальних матеріалів; засоби спостереження за вивченням курсу;

IV – блок програмного забезпечення комп'ютерних тестувань студентів для визначення рівня засвоєння навчального матеріалу; програмних засобів для створення тестів;

V – блок організації інформаційного обміну між учасниками навчального процесу для проведення колективної та індивідуальної роботи в синхронному та асинхронному режимах.

#### **4.1.2. Взаємодія між блоками**

У розглянутому вигляді система управління навчанням є пакетом комп'ютерних програм, що встановлюють на сервері навчального центру. Сервер з'єднаний з комп'ютерною мережею, тому будь-який учасник навчального процесу (студент, викладач, адміністратор) може взаємодіяти з СУН за допомогою персонального комп'ютера.

Розглянемо послідовність роботи з СУН на прикладі її застосування студентом. Для цього скористаємося рис. 4.1, де стрілками показано зв'язки взаємодії між блоками та шляхи введення–виведення інформації. Студент починає роботу з виклику на свій комп'ютер інтерфейсу I і через нього звертається до блоку авторизації II (стрілка 1). Після введення паролю він отримує доступ до блоку електронних навчальних матеріалів III (стрілки 2 і 3). У процесі роботи над матеріалами студент переходить до блоку тестування рівня засвоєння матеріалу IV (стрілка 4). Результати тестування направляються в блок III (стрілка 5) для керування ходом вивчення навчального матеріалу, наприклад вперед – за позитивного результату або назад – за негативного для повторного вивчення матеріалу. Результати тестувань відображаються на інтерфейсі (стрілка 6). Блок IV може бути використаний також окремо від блоку III для проведення спеціальних тестувань за іншими матеріалами (стрілки 7 і 6). Блок V працює з усіма блоками системи управління навчанням (стрілки 8,9 і 10). Через нього здійснюється взаємодія між студентами, а викладачем організовується викладачем їхня колективна робота.

## 4.2. Засоби виконання функцій СУН

Наведений вище опис СУН представлено в стислому вигляді для спрощення пояснення про призначення та роботу цього програмного пакету. Тому, після надання загального уявлення про СУН, детально розглянемо окремі блоки.

### 4.2.1. Засоби взаємодії із системою управління навчанням (блок I)

Інтерфейс користувача є засобом, за допомогою якого студенти та викладачі взаємодіють із системою управління навчанням. Він являє собою набір зображень кнопок, піктограм і написів, який бачить на екрані свого комп'ютера учасник навчального процесу. "Натискаючи" кнопки та слідкуючи за повідомленнями, користувач одержує доступ до навчальних матеріалів, виконує тести, бере участь в інших видах навчальної роботи.

Якість розробки інтерфейсу оцінюють за тим, наскільки легко ним може користуватися людина, що не має спеціальної комп'ютерної підготовки. Найкращим у цьому сенсі є інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Його дизайн розробляють таким чином, щоб користувач міг достатньо легко здогадатися про призначення тих чи інших елементів управління. Для цього кнопки інтерфейсу позначають символічними графічними зображеннями та написами (рис. 4.2).

Для полегшення пошуку необхідних елементів взаємодії із СУН вікно інтерфейсу розділяють на кілька полів – блоків. Кожен з них містить елементи, функціонально пов'язані між собою: Навчальні матеріали, Розклад занять, Комунікації, Тестування тощо.

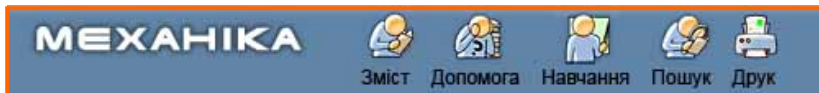


Рис. 4.2. Кнопки панелі керування з інтуїтивно зрозумілими піктограмами

Суттєве значення для полегшення візуального сприйняття інтерфейсу має його дизайн. Добре підібрані гама кольорів, шрифти й графіка створюють психологічний комфорт і зменшують зорове напруження користувача. Тому у СУН високого рівня передбачене налаштування елементів оформлення інтерфейсу.

Важливою властивістю системи управління навчанням, що полегшує взаємодію з нею, є можливість **локалізації інтерфейсу**. Під цим розуміють існування такого налаштування інтерфейсу, яке дає змогу користувачу вибрати зручну для нього мову інформаційних повідомлень, команд і коментарів. У добре розроблених СУН інструменти локалізації закладено до самої системи: для кожної мови інтерфейсу існує каталог із локалізованими версіями файлів. Різні СУН відрізняються кількістю вбудованих мов локалізації, наприклад система WebCT (тепер відома як BlackBoard ) має можливості для локалізації трьома мовами (англійською, французькою та іспанською) [4], а в системі Lotus Learning Space кількість мов локалізації сягає двадцяти [5]. У найбільш перспективних системах управління навчанням інструменти локалізації перебувають в області програми, що відкрита для вільної модифікації. Тому користувачі самі можуть локалізувати СУН будь-якою мовою.

#### **4.2.2. Засоби проведення навчально-адміністративної роботи (блок II)**

Робота із системою управління навчанням починається з процедури авторизації користувачів. Учасники навчального процесу можуть бути авторизовані для виконання таких ролей: Гість, Студент, Викладач, Інструктор (тьютор), Дизайнер курсів (автор), Адміністратор. Права й функції для кожної ролі задає профайл (обліковий запис, необхідний для ідентифікації користувача), вбудований до СУН.

Профайл Гість (*Guest*) надає доступ до загальної інформації про навчальний центр (історія, адміністрація, контакти), перелік спеціальностей і навчальні плани, за якими проводиться навчання. Можливий гостьовий доступ до бібліотеки електронних навчальних матеріалів. Ознайомившись з умовами реєстрації й по-



дальшого навчання, Гість може подати заявку на реєстрацію його як студента.

Профайл Студент (*Student*) надає права доступу до всіх елементів системи, які необхідні для участі в навчальному процесі. У першу чергу – це доступ до електронних навчальних матеріалів і засобів взаємодії з викладачами та іншими студентами. Налаштування системи управління навчанням можуть відрізнятися за способом надання доступу до навчальних матеріалів. В одних випадках цей доступ надає викладач, в інших – надання доступу відбувається автоматично після того, як студент вибрав потрібний навчальний курс.

У деяких СУН студенту надають доступ до матеріалів, які в більшості випадків відкриті тільки для викладача. Наприклад, системи Learning Space, WebCT, WBT Manager допускають студента до протоколів, де зафіксовані результати навчального процесу: дати й тривалість роботи, вивчені модулі, підсумки тестувань. Таким чином студент може самостійно контролювати вивчення навчального курсу.

Студент також має доступ до електронного деканату, де можна ознайомитися з розкладом курсів та іспитів, графіком виконання навчальної програми, відомостями успішності, оголошеннями про організаційні заходи.

Профайл Викладач (*Teacher*) надає всі права доступу викладачу до елементів СУН, призначених для організації й проведення навчального процесу. У той самий час викладач може не мати прав виконання функцій системного адміністратора й не може самостійно корегувати роботу електронного деканату.

Профайли Тьютор (*Tutor*) або Інструктор (*Instructor*) призначені для помічників викладача (*Teaching Assistant*). Тому права доступу для цих ролей визначає викладач. Наприклад, тьютору дають права контролю роботи студента над навчальним курсом і для організації колективних занять (семінарів, конференцій). Але тьютор не має прав на редагування навчальних матеріалів. Інструктор консультує студентів з питань, пов'язаних з використанням СУН.

Профайл Дизайнер курсів (*Course Builder*) надає доступ до тих інструментів СУН, які призначені для створення електрон-

них навчальних матеріалів. Автор використовує це право для внесення змін і доповнень до своїх розробок.

Профайл Адміністратор (*Administrator*) надає права як для проведення навчально-адміністративної роботи, так і для управління роботою самої СУН (системне адміністрування).

**Навчально-адміністративна робота** полягає у виконанні функцій електронного деканату:

- реєстрація нових студентів;
- формування навчальних груп;
- підтримка розкладу занять (*Course syllabus*);
- формування різноманітних відомостей і звітів;

У блоці II обробляється аналітична інформація, пов'язана з навчальним процесом, наприклад створюються відомості за результатами іспитів, заліків, тестувань і дані трекінгів; формуються звітні документи про склад навчальних групи, виконання навчальних планів тощо. У більшості систем передбачено можливість автоматичного складання таких звітів. У WBT Manager їх 30, Learning Space є 17 форм звітів, а в WebCT і Прометей – по п'ять. Усі ці системи мають генератор звітів для створення інших форм за бажанням користувача.

**Системне адміністрування** – це:

- підтримка коректної роботи програмного забезпечення;
- забезпечення працездатності СУН у цілому;
- контролювання правильності використання СУН;
- забезпечення захисту інформації.

Для виконання роботи системного адміністратора в СУН можуть бути вбудовані допоміжні програми. Наприклад, програмний засіб моніторингу сервера навчального центру, який надає поточну інформацію про ступінь завантаженості процесора, пристроїв пам'яті, кількості підключених користувачів, а також формує статистичні звіти за цими параметрами за вибрані інтервали часу.

Системи управління навчанням можуть відрізнятися кількістю рольових профайлів. Наприклад, у системі Learning Space є всі шість стандартних профайлів, у WebCT – п'ять, у системі Прометей – чотири, у WBT Manager – три. Кількість стандарт-

них профайлів не є важливим параметром, оскільки в цих СУН існує можливість створення нестандартних профайлів із будь-яким набором функцій.

Для того, щоб жоден з учасників навчального процесу не перевищував прав доступу до системи, ніж передбачено його профайлом, у системі управління навчанням застосовують засоби захисту від несанкціонованого доступу. У системі Learning Space для цього застосовують засоби серверної програми Lotus Notes, у СУН Прометей і WBT Manager – засоби NT сервера і, нарешті, у системі WebCT для аутентифікації застосовують протоколи Kerberos і LDAP [6–8].

#### **4.2.3. Формати й засоби підтримки електронних навчальних матеріалів (блок III)**

Одним з найважливіших показників СУН є можливість використання навчальних матеріалів різних форматів. Як показано раніше, електронні навчальні матеріали (ЕНМ) можуть мати як простий текстовий формат, так і бути значно складнішими внаслідок застосування мультимедійних засобів. Крім того, ЕНМ різних видавців (Content Provider) можуть бути створені за допомогою різних програмних середовищ. У принципі СУН високого рівня мають надавати можливість використання електронних навчальних матеріалів, створених у найбільш поширених програмних оболонках і незалежно від рівня їх складності.

Формати навчальних матеріалів повинні мати інструменти для моніторингу успішності студента (*Tracking*) та аналізу результатів навчання. Засоби трекінгу фіксують кількість і час звертань до навчальних матеріалів, тривалість роботи за кожного підключення, обсяг опрацьованого матеріалу, результати виконання тестових завдань. Можлива наявність засобів для спостереження за активністю студентів у дискусіях. Уся ця інформація використовується викладачем для контролю й керування процесом навчання студента.

У системах управління навчанням зазвичай є власні засоби для створення електронних навчальних матеріалів (*Content Authoring*). Переважно вони призначені для отримання ЕНМ у

простих текстових форматах. Більшість таких матеріалів створюються самими викладачами.

Серед засобів підтримки роботи з ЕНМ слід зазначити можливість застосування механізму реплікацій. Він значно спрощує використання ЕНМ великого обсягу за низької пропускної здатності каналів зв'язку. При цьому всі навчальні матеріали, записані на CD, попередньо встановлюють на комп'ютер студента або завантажують із навчального сервера. Студент працює з ними більшу частину часу в режимі *off-line* й періодично підключається до навчального сервера *on-line*. За кожного такого підключення СУН проводить реплікацію даних – порівнює стан навчального матеріалу до та після їх вивчення. Встановлюються зміни, обумовлені роботою студента з раніше завантаженими на його комп'ютер ЕНМ, які є результатом вивчення лекційного матеріалу, тестування, виконання завдань тощо. За такого підходу ця інформація має набагато менший обсяг за сам навчальний матеріал, і для її передавання потужні канали зв'язку не потрібні.

Ефективність роботи з електронними навчальними матеріалами в різних СУН визначається також засобами резервного копіювання ЕНМ і їхнього імпортування–експортування.

#### **4.2.4. Засоби діагностики успішності навчання (блок IV)**

Блок IV – частина програмного пакету СУН, призначена для контролю рівня засвоєння навчального матеріалу студентами. Принципи комп'ютерного тестування рівня знань студентів докладно розглянуто раніше. Наведемо тепер особливості роботи засобів тестування у складі системи управління навчанням.

СУН високої якості мають власне програмне забезпечення тестування. Воно включає дві складові:

- засоби оцінювання та опитування (*Assessments and Surveys*);
- засоби створення тестів (*Test Authoring*).

Із цією самою метою можуть бути задіяні програмні оболонки тестування, які входять до складу програмних середовищ, призначених для створення електронних навчальних матеріалів (Quest, Adobe Authorware, ToolBook Instructor) [9–11]. Можливо

також застосування тестових систем у вигляді окремого програмного продукту, напр., Hot Potatoes [12] та ін. [13, 14].

Тести, створені за допомогою цих програмних засобів, можуть бути використані для проведення тестувань у складі СУН. При виконанні тесту до СУН надходить інформація про результати тестувань. Це дає можливість викладачу спостерігати за тестуваннями студента протягом усього навчального курсу. Додатково це дає можливість вводити елементи інтерактивності до роботи студента з СУН. Наприклад, студент закінчує роботу над кожним розділом модуля підручника виконанням простих завдань – *на розуміння*. За неправильних відповідей СУН дає підказку у вигляді гіперпосилання або вказує студенту на те місце в підручнику, яке варто вивчити, щоб дати правильну відповідь. Вивчення всього модуля завершують тести *на оцінку*. Якщо студент не здобуде необхідної кількості балів, СУН не дозволить йому перейти до вивчення наступного модуля, до того ж обмежить кількість повторних спроб вивчення модуля та час, протягом якого можливе повторне тестування.

#### 4.2.5. Засоби організації взаємодії між учасниками навчального процесу (блок V)

Необхідним елементом навчання є комунікативна взаємодія між студентами та викладачами. Тому до СУН включають спеціалізовані програмні засоби, які допомагають створити умови навчання, подібні до тих, що зазвичай існують на заняттях студентів в аудиторіях. Прикладом може бути **віртуальний клас** (*virtual classroom*, рис. 4.3). Це програмний модуль, який містить засоби колективної взаємодії учасників навчального процесу.



Рис. 4.3. Віртуальний клас

Віртуальний клас також має засоби підключення студентів до навчального центру та їх ідентифікації. Це дає можливість реєструвати участь студентів у заняттях в академічній групі. В реальній ситуації студенти можуть перебувати в різних географічних точках, однак навчальний процес проходить так, ніби вони перебувають в одному класі. При викладанні матеріалу та його обговоренні у віртуальному класі застосовують відеоконференції, чат, форум, а також віртуальну класну дошку (*Whiteboard*) [15], на якій викладач пише формули, робить пояснювальні рисунки й демонструє різні графічні матеріали. Ця дошка відображається на комп'ютерах всіх учасників класу. На дошці є опція піднята рука (*Hand-raising*), за допомогою якої студент може виявити бажання задати питання або свою готовність відповісти на запитання викладача.

Для відпрацювання практичних навичок у віртуальному класі застосовують різні технології спільного використання прикладних програм. (Screen Sharing: RealVNC Viewer, Team Viewer, Remote Administrator, [16–18]). Викладач запускає якусь прикладну програму (напр., Word) та працює в ній. Студенти можуть бачити все, що відбувається на екрані комп'ютера викладача.

Також викладач може запускати програми на комп'ютерах студентів і ставити завдання з виконання певних дій у цих програмах. У цьому випадку викладач може спостерігати зі свого комп'ютера за роботою будь-якого студента та за необхідності надавати йому допомогу.

### 4.3. Мережеві засоби комунікації

В освітньому процесі широко застосовують засоби комп'ютерного зв'язку загального призначення (електронна пошта, чат, форум тощо). Їх програмні оболонки не входять до пакету СУН. До системи управління навчанням можуть бути вбудовані лише елементи прямого звернення до таких засобів.

Для навчання застосовують як індивідуальну взаємодію – *person to person* (p-2-p), так й колективний зв'язок – *person to all* (p-2-all) або *all to all* (all-2-all).

Індивідуальна взаємодія, наприклад викладач–студент надає можливість викладачу консультувати студента, вказувати на його помилки при виконанні завдань і давати додаткові завдання. Зв'язок студент–студент часто використовують при вивченні іноземних мов, коли студент – носій мови може допомогти студенту, який її вивчає (спосіб р-2-р). Для встановлення взаємодії р-2-р у комп'ютерній мережі можуть бути застосовані електронна пошта або чат.

Колективний зв'язок типу р-2-all використовує викладач для читання лекцій і проведення семінарів у групах студентів. А при спільному обговоренні навчального матеріалу чи проблеми застосовують зв'язок усіх з усіма – all-2-all. Найбільш ефективно такий тип зв'язку забезпечує відеоконференція.

Розглянемо докладніше комп'ютерні засоби інформаційного обміну, що дають можливість організувати колективну й індивідуальну роботу студентів у синхронному та асинхронному режимах.

#### **4.3.1. Електронна пошта (e-mail)**

Електронна пошта є найпоширенішим способом спілкування в Інтернеті. Її використовують для обміну текстовими повідомленнями в режимі *off-line*. Оскільки повідомлення пересилаються комп'ютерною мережею, їх називають електронними листами (e-mail). Роботу електронної пошти підтримує спеціальне програмне забезпечення (напр., Outlook, Netscape Mail, Mozilla Mail). Через електронну пошту проводять особисте листування (р-2-р) або організують поштові розсилання, у яких лист одного абонента відправляється великій кількості кореспондентів (р-2-all).

Електронна пошта є настільки зручним і поширеним способом спілкування, що деякі навчальні центри використовують її як основний інструмент проведення дистанційного навчання [19]. Задаючи список адрес поштової розсилки, деканат формує віртуальну навчальну групу. Викладач надсилає до групи список необхідних навчальних матеріалів, графік роботи над ними, а також умови контрольних робіт і відповідає на запитання студентів.

нтів. У свою чергу студенти надсилають викладачу результати виконання контрольних робіт і звертаються за консультацією.

Зазвичай навчальні матеріали в електронному листі розміщують у прикріплених файлах.

#### **4.3.2. Чат (chat)**

Назва засобу походить від англійського слова *chat* (розмова). Він забезпечує спілкування користувачів комп'ютерної мережі в режимі реального часу (*on-line*). Обмін інформацією відбувається через текстові повідомлення від учасників чату. Спілкування в чаті відбувається за допомогою спеціального програмного забезпечення, встановленого на сервері навчального центру. При підключенні до нього користувачі мають перед собою сторінку чату, де можна прочитати кілька останніх фраз і побачити список учасників "розмови". Свої відповіді та повідомлення користувачі друкують у полі для введення власних повідомлень. Сторінка чату автоматично оновлюється із заданою періодичністю.

Для організації колективної роботи студентів застосовують чати групової комунікації (IRC, Jabber, Chat, AVACS Live Chat, Yahoo!). Це можуть бути заняття, в яких лише викладач звертається до студентів (p-2-all), наприклад при проведенні семінару. Він може організувати дискусію на тему, яку обговорюють усі учасники чату (all-2-all). Викладач керує ходом обговорення як модератор.

Для індивідуальної роботи застосовують чати персональних комунікацій (p-2-p), наприклад ICQ, Jabber, Skype, Messenger, AOL Instant Messenger, Hamachi, Yahoo! Вони надають можливість передавати приватні повідомлення (викладач–студент, студент–студент, викладач–викладач).

#### **4.3.3. Форум (forum)**

Із цієї назви випливає, що засіб призначений для колективного обговорення проблемних положень та ідей. Користувач бере участь в форумі практично так само, як і в чаті. Та й апаратно-



програмні інструменти для застосування цих засобів багато в чому схожі. Але принципово відрізняються способи їх проведення: у чаті спілкування відбувається в режимі реального часу (*on-line*), на форумі обговорення проблеми може займати значний час й проводиться в режимі (*off-line*).

Робота форуму починається з надання учасникам веб-посилання до обраного для обговорення матеріалу. Це можуть бути матеріали лекції, наукова стаття, розділ підручника. Учасники опрацьовують ці матеріали в зручний для них час і залишають свої зауваження, запитання, побажання. Усі вони мають доступ до матеріалів протягом усього часу проведення форуму (звичайно кілька днів). Це дає можливість обговорювати не тільки навчальні матеріали, але й висловлювати своє ставлення до зауважень інших учасників форуму. Так виникає дискусія. При асинхронній взаємодії учасники мають досить часу для обмірковування навчальних матеріалів і формулювання зауважень. Тому асинхронні дискусії на форумі виявляються звичайно ефективнішими, ніж у чаті. З розвитком технології Web 2.0 ідея спілкування в чаті й форумі знайшла свій розвиток у дуже популярних сьогодні соціальних мережах, наприклад таких, як Facebook [20], Twitter [21], Linked-in [22].

#### **4.3.4. Системи обміну файлами**

При застосуванні в дистанційному навчанні електронної пошти, чату чи форуму викладачі, як правило, використовують ці засоби лише для обговорення опрацьованих студентами матеріалів. Книжки, презентації, анімаційні збірки, відеофільми можуть займати великі об'єми комп'ютерної пам'яті, тому їх надають студентам іншими шляхами. Наприклад викладач дає Інтернет-посилання на ці матеріали за наявності вільного доступу до них. Але, в навчальних закладах часто виникає необхідність надавати регламентований доступ до власних матеріалів. Ця проблема вирішується за допомогою систем обміну файлами.

Одним із ранніх засобів для обміну файлами, що використовується протягом багатьох років, є система File Transfer Protocol

(FTP) [23]. У технології FTP базовим елементом системи є спеціальний FTP-сервер, на якому накопичують і зберігають бібліотеку файлів з великим обсягом інформації. Наприклад, електронні підручники, повнотекстові копії книжок, відео- та аудіозаписи. В електронному листі викладач вказує тільки FTP-адресу навчального матеріалу й надає вказівки з його використання. А студент (авторизований FTP-клієнт) завантажує потрібний файл з FTP-сервера на свій комп'ютер. FTP-система дозволяє проводити "скачування" файлу протягом годин, що не могло бути прийнятним в прямому електронному листуванні.

Зараз знаходять все більшого використання нові системи файлового обміну: Google Plus [24], Amazon Simple Storage Service [25], Dropbox [26].

Пояснимо спосіб застосування такого роду засобів на прикладі системи Dropbox. Перш за все користувач встановлює на своєму комп'ютері програмний додаток (plugin, надається безплатно з веб-сайту [26]), який відкриває доступ до цієї системи. Після цього на дисплеї комп'ютера з'являється піктограма сервісу Dropbox. Натискаючи на неї, користувач отримує доступ до потужного сервера і може відправляти файли для зберігання в його пристроях пам'яті. Такий ресурс практично не відрізняється від використання будь-якого запам'ятовуючого пристрою: жорсткого диска або флеш-накопичувача. У розпорядження користувача безплатно надається до 2 ГБ пам'яті, об'єм якої можна збільшити до 20 ГБ за невелику плату. Ресурс має високу швидкодію, забезпечує захист від несанкціонованого втручання і випадкової втрати даних. Він простий у використанні, не потребує настройки.

Користувач має можливість надавати доступ до своїх файлів іншим учасникам системи Dropbox. Він розміщує файли в окремих папках, яким надає різну регламентацію доступу. Наприклад, для персональної взаємодії (p-2-p) користувач надає ключ доступу тільки одному учаснику, причому цей учасник може не тільки ознайомитися з інформацією в папці, а й редагувати її. Доступ до іншої папки користувач може надати багатьом учасникам і створити умови їх спільної взаємодії (p-2-all). Це

знаходить використання в проведенні навчального процесу. Викладач відкриває доступ групі студентів до своєї скриньки. Студенти можуть обмінюватися даними (пересилати файли всіх форматів), знайомитися з отриманою інформацією або вносити до неї зміни. Звичайно зміни до документів вносяться учасниками почергово, але в разі конфлікту одночасного доступу сервіс створює файли даних з новими іменами та змінами, внесеними кожним із учасників.

#### **4.3.5. Відеоконференція (video conference)**

Відеоконференція – це технологія телекомунікаційної взаємодії учасників навчального процесу, що відбувається з інтерактивними візуальним й голосовим спілкуванням з можливістю обміну текстовою й графічною інформацією в режимі реального часу [27, 28]. Відеоконференція забезпечує практично таку саму ефективність взаємодії просторово розділених користувачів, як і при їх особистій зустрічі в одній аудиторії. Можливість бачити співрозмовника та відчувати його емоції і мовні особливості істотно підвищує рівень сприйняття інформації, порівняно з тим, що забезпечує звичайний аудіозв'язок або текстовий обмін.

Відеоконференції можна поділити на студійні, групові та персональні.

**Студійні відеоконференції** проводять звичайно з одностороннім відеозв'язком. Наприклад, це можуть бути лекції відомого вченого для слухачів із різних країн. Лектор перебуває в спеціально обладнаній студії із хорошою акустикою та звукоізоляцією, спеціально підібраним освітленням. Трансляцію ведуть оператори за допомогою високоякісної студійної техніки, що передає потік даних на сервер навчального закладу. Слухачі отримують доступ до цього сервера через комп'ютерну мережу. Візуальний і звуковий супровід лекції відтворюється на їх персональних комп'ютерах (рис. 4.4).

Для того, щоб лекція проходила в інтерактивному режимі, до неї додають чат. Через канал чату слухачі задають лектору запитання та обговорюють лекційний матеріал. У спеціальних випадках для проведення відеоконференції можуть бути додані служ-

бові канали зв'язку для передавання телеметричних даних і демонстрування документів, графічних матеріалів за допомогою додаткових відеокамер. Такі можливості істотно підвищують ефективність відеоконференцій, наприклад у телемедицині з дистанційними демонстраціями хірургічних операцій.



**Рис. 4.4. Організація відеолекції**

Кількість одночасно підключених слухачів обмежується технічними параметрами сервера та мережі. Але з матеріалами лекції можуть ознайомитись усі бажаючі, які не змогли підключитись до сервера в режимі *on-line* через незручний час лекції. Для цього в навчальному сервері зберігається відеозапис лекції. Тому за необхідності її можна переглянути в режимі *off-line*, а обговорення провести на форумі.

У розглянутій конфігурації слухачі розділені просторово: кожний з них підключений до комп'ютерної мережі в точці його перебування. У той самий час абонентом відеоконференції може бути й колективний слухач, наприклад студентська група. Під час лекції група перебуває в аудиторії, що обладнана мультимедійними засобами відтворення інформації (рис. 4.5).



**Рис. 4.5. Відеолекція для групи студентів**

Для демонстрації зображення використовують широкоформатні дисплеї (плазмові, рідкокристалічні) або показують його на великому екрані за допомогою проектора. Звуковий супровід подають через акустичну систему аудиторії або індивідуальні навушники, що особливо зручно, якщо лекцію супроводжує синхронний переклад.

**Групові відеоконференції** проводять при встановленні двостороннього відеоконференцзв'язку (Multicast) між кількома абонентами комп'ютерної мережі. Абонентів обирають так, щоб вони формували групу, всередині якої можна провести дискусію на вибрану проблемну тему. Наприклад, для обговорення проблем впровадження комп'ютерних технологій в освіту природно залучити представників вищих навчальних закладів та академічних інститутів із різних міст. У точці присутності кожного абонента є спеціальна студія-клас, в якій на кількох екранах можна бачити всіх учасників дискусії (рис. 4.6).

Таким чином створюються умови для живого інтерактивного спілкування між представниками різних організацій. У цих самих студіях можуть перебувати слухачі, що цікавляться темою дискусії (рис. 4.7).



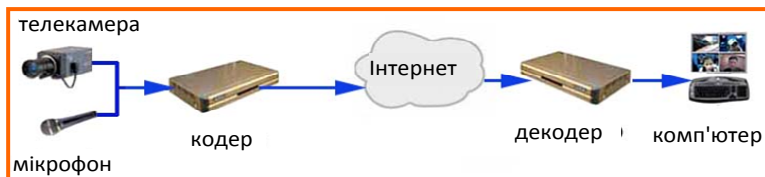
Рис. 4.6. Двостороння групова відеоконференція



Рис. 4.7. Обговорення проблеми в групах учасників відеоконференції

**Персональні відеоконференції** призначені для спілкування двох учасників у реальному часі. Фактично – це відеотелефонний зв'язок, організований засобами комп'ютерної мережі. Наприклад, його може застосувати викладач для надання консультації студенту.

**Обладнання для проведення відеоконференцій** складається з пристроїв, що формують сигнали зображення та звуку, а також засобів для передавання цих сигналів через мережу Інтернет (рис. 4.8).



**Рис. 4.8. Схема одностороннього надання відеоінформації**

У студійних конференціях для передавання зображення застосовують багатофункціональні відеокамери з високоякісною оптикою. Для звукового супроводу використовують професійні мікрофони та підсилювачі. Сигнали зображення й звуку поступають на кодер – пристрій, що конвертує їх у стандартизований цифровий формат даних для передавання комп'ютерною мережею. У місці прийому цей потік даних надходить на декодер, який перетворює дані на формат сигналів зображення та звуку. Ці сигнали відтворюються відповідними пристроями – дисплеями, проєкційними моніторами, акустичними системами.

Розглянутий вище комплекс передавально-приймального обладнання є достатнім тільки для одностороннього відеозв'язку. Тому для підтримки двостороннього зв'язку треба мати передавально-приймальний комплект в усіх точках мережі, що підключені до відеоконференції. Ця проблема ефективно розв'язу-

ється за допомогою апаратно-програмних комплексів, в яких усі необхідні функції інтегровані в одному пристрої. Прикладом такого комплексу може бути термінал відеоконференцзв'язку системи Polycom (рис. 4.9). Пристрій має невеликі розміри й може бути встановлений у приміщеннях різного типу: від маленьких кімнат до великих конференцзалів зі складною інфраструктурою. Термінал фірми Polycom дає мож-



**Рис. 4.9. Термінал системи Polycom для проведення відеоконференцій [29]**

ливість проводити багатосторонні конференції із передаванням високоякісного зображення, звуку та електронних навчальних матеріалів (презентацій, графіків, таблиць, анімацій). Аналогічні термінали відеоконференцзв'язку випускає фірма Tandberg [30].

Основним складовим елементом апаратних комплексів є пристрій кодування-декодування кодек, що може як кодувати сигнал з відеокамери та мікрофона у цифровий формат для передавання комп'ютерною мережею, так і розкодувати прийнятий з іншої студії сигнал – для перегляду. Такі самі перетворення сигналів може проводити спеціальне програмне забезпечення (напр., Net Meeting, Skype [31, 32]). Після встановлення програмного забезпечення на комп'ютер та підключення до нього пристроїв формування й відтворення зображення і звуку він виконуватиме функції терміналу відеозв'язку.

Сучасний ноутбук має вбудовані відеокамеру, мікрофон і гучномовець, тому може бути засобом відеозв'язку відразу після встановлення на ньому, наприклад програми Skype та підключення до Інтернет. Вільно розповсюджувана комп'ютерна програма Skype за посередництва однойменного оператора Інтернет-телефонії забезпечує безкоштовний якісний голосовий і відеозв'язок між Інтернет-користувачами по всьому світу. Можливий обмін текстовими повідомленнями (чат) та файлами. Крім того, Skype забезпечує трансляцію фото- та відеоматеріалів з монітора комп'ютера чи мультимедійної дошки. Це надає лектору зручні способи надання наочних пояснень до навчального матеріалу. Здебільшого Skype застосовують для персонального відеозв'язку (p-2-p). Також ця програма може підтримувати режим відеоконференції (до 10 абонентів) чи одночасний голосовий зв'язок, в якому можуть брати участь до 25 користувачів.

#### **4.4. Особливості систем управління навчанням**

Зараз існує значна кількість різноманітних систем управління навчанням, тому може постати проблема вибору найбільш ефективною і перспективною. Це стосується організацій і центрів, що починають впровадження чи модернізацію комп'ютерних техно-



логій до навчального процесу. Оскільки відпрацювання навичок роботи з СУН потребує значних зусиль і часу користувачів (студентів, викладачів, адміністраторів), то обирати треба "всерйоз і надовго", тобто не можна орієнтуватися на те, що буде легко змінити програмне забезпечення. Тому такий вибір має робитися на основі ретельного аналізу особливостей існуючих СУН із врахуванням перспективи їх подальшої модернізації.

#### **4.4.1. Основні характеристики**

Найважливіші характеристики, які звичайно беруть до уваги при порівнянні різних СУН, показано в лівому стовпчику табл. 4.1, а в правому – стислий перелік бажаних властивостей і посилання на розділи, в яких вони розглянуті детальніше.

#### **4.4.2. Комерційні та вільно розповсюджені СУН**

Система управління навчанням може бути як придбана, так й отримана безплатно. У першому випадку СУН вибирають на ринку комерційних програмних продуктів, у другому – одержують як вільно розповсюджену систему з відкритим програмним кодом.

Привабливість комерційних систем полягає в тому, що їх створюють професіонали високого рівня у фірмах зі світовою популярністю ([4,5] та додаток 2). Тому такі СУН звичайно надійні й багатофункціональні. Крім того, фірма-виробник періодично вдосконалює свій продукт і здійснює його підтримку. Це особливо важливо для навчальних закладів, які не спеціалізуються в комп'ютерних технологіях і тому не мають фахівців у цій області.

До недоліків комерційних СУН, у першу чергу, варто зарахувати їхню високу вартість. Звичайно вона залежить від потенційно допустимої кількості клієнтських місць. Клієнтами у цьому випадку є студенти, кількість яких у навчальному закладі може бути значною. Іншим серйозним недоліком є те, що виробник вживає заходів для збереження комерційного пріоритету.

Таблиця 4.1

№	Засіб чи характеристика	Вимоги до наявності та повноти функцій, посилення на розділі їх детального розгляду
1	Інтерфейс користувача	Інтуїтивна зрозумілість, логічна структурованість, можливість налаштування елементів оформлення інтерфейсу, існування засобів для вибору мов написів команд і коментарів (4.2.1)
2	Засоби проведення навчально-адміністративної роботи	Набір ролей із різними правами учасників навчального процесу, повнота функціональних засобів електронного деканату, зручність системного адміністрування (4.2.2)
3	Засоби створення й підтримки роботи електронних навчальних матеріалів	Власне програмне забезпечення для створення ЕНМ непрофесійним користувачем, здатність до використання ЕНМ різних форматів, підтримка механізму трекінгу (4.2.3)
4	Засоби діагностики успішності навчання	Власне програмне забезпечення для створення тестів і проведення тестувань, підтримка тестових систем з інших джерел (4.2.4)
5	Засоби колективної роботи учасників навчального процесу	Програмне забезпечення для створення віртуального класу, різноманітність і функціональність навчальних інструментів, зв'язок із системами проведення відеоконференцій (4.2.5)
6	Мережеві засоби комунікацій	Власні програмні оболонки та підтримка інших розробок для організації чатів і форумів, вбудовані елементи прямого звертання до електронної пошти та відвозв'язку (4.3)
7	Відповідність міжнародним стандартам	Відповідність стандарту SCORM, можливість використання великого обсягу стандартизованих ЕНМ, створюваних в усьому світі (Додаток 3)
8	Програмне та апаратне забезпечення	Можливість застосування вільно розповсюджуваних операційних систем, оптимальна вартість комп'ютерного обладнання й ліцензійного програмного забезпечення СУН
9	Експлуатаційні характеристики	Зручність роботи в СУН усіх учасників навчального процесу (викладачів, студентів, адміністраторів)

Тому комерційні СУН (LMS) мають закриту структуру, в якій користувачу не надається доступ до вихідних кодів програми. Він не може самостійно усунути виявлені помилки програми, а має повідомити розробника про помилки й чекати виправлень (іноді довго). Крім того, за мірою експлуатації СУН у користувача виникають пропозиції із вдосконалення функціональності системи. Виробник часто приймає ці пропозиції, але враховує їх тільки при випуску нової версії СУН.

Безплатно розповсюджені програмні продукти з відкритими кодами (Free and Open Source Software – FOSS) звичайно не поступаються своїм комерційним аналогам, оскільки до концепції FOSS закладено ідею постійного вдосконалювання комп'ютерної програми. Початковий варіант програми створюють програмісти якоїсь організації. Наприклад, СУН Ilias розроблено в Кельнському авіаційному інституті [33]. До програми є вільний доступ, тому бажаючі можуть завантажити й встановити її на своєму комп'ютері. Завдяки відкритості програмного коду програму можна самостійно виправляти та вдосконалювати. Результати роботи з поліпшення програми стають доступні всім користувачам програми. Таким чином, над FOSS-проектом можуть одночасно працювати кілька груп програмістів. Цей спосіб розвитку програми виявляється більш прогресивним, ніж при роботі закритої корпоративної групи. Тому СУН з відкритими кодами (Ilias, Moodle) швидко витісняють своїх комерційних конкурентів (Learning Space, WebCT, WBT Manager). Відомості про найпоширеніші безплатні СУН подано в [33–37].












Зазначимо, що застосування СУН найбільш ефективно у навчальних закладах, які проводять підготовку фахівців у сфері комп'ютерних наук. У них достатньо співробітників, які можуть аналізувати, модифікувати та вдосконалювати програмне забезпечення і, таким чином, налаштовувати СУН під специфічні вимоги навчального закладу. До такої роботи корисно залучати студентів. Створювати власний проект студентам важко, але вони можуть допрацьовувати чи вдосконалювати готові модулі системи.

## 4.5. Система управління навчанням Moodle

Прикладом успішної програмної розробки СУН, що розповсюджується безплатно з відкритими кодами (FOSS), є система Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – модульне об'єктно-орієнтоване динамічне середовище для навчання. Комп'ютерна програма створена в Murdoch University (Австралія). Її перша Інтернет-версія була розроблена 1999 р. Із того часу система Moodle постійно оновлюється та доповнюється, тому вона стала більш досконалою, ніж багато комерційних СУН. Moodle має добре організовану технічну та інформаційну підтримку на вебсайті [34]. Вказані позитивні особливості СУН Moodle зумовили те, що ця система стала найбільш поширеною в навчальних закладах світу.

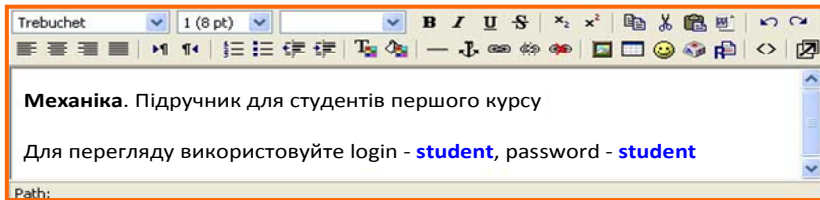
СУН Moodle складається з модулів, що призначені для виконання окремих функцій (надання доступу до навчальних матеріалів, проведення тестувань, складання звітів тощо). Розглянемо властивості та характеристики складових цієї системи в такому самому порядку, як подано в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

	Вставка графічних зображень
	Прив'язка до фрагменту тексту (Закладка)
	Вставка піктограми емоції (Смайлики)
	Вставка спеціальних символів
	Пошук і заміна символів
	Вставка веб-посилання (лінк)
	Вилучення веб-посилання
	Відімкнення автоматичного створення посилань
	Ввімкнення режиму редактора у вікні
	Перемикання між візуальним режимом і режимом перегляду HTML-коду
	Ввімкнення повноекранного режиму редактора

### 4.5.1. Інтерфейс користувача

Інтерфейс СУН Moodle забезпечує простий і зручний доступ користувачів – студентів, викладачів, адміністраторів, гостей – до системи. Він складається з вікон, написів і кнопок, призначення яких є інтуїтивно зрозумілим. Це ілюструє вигляд панелі інструментів візуального редактора для створення навчальних матеріалів (рис. 4.10).



**Рис. 4.10.** Панель інструментів візуального редактора СУН Moodle

Видно, що зображення переважної кількості піктограм співпадають з тими, що вже відомі користувачу програми Word. Але тут є й специфічні кнопки, значення яких подано в табл. 4.2.

Інтерфейсні вікна СУН Moodle складаються з окремих блоків, що полегшує пошук тематично пов'язаних елементів взаємодії із системою. Це добре ілюструє рис. 4.11, на якому показано одне з інтерфейсних вікон. Видно, що до окремих блоків зібрано елементи взаємодії з навчальними матеріалами (Теми тижня), елементи керування СУН (Керування), дані учасників навчального процесу (Люди), поточна інформація (Новини).

Чіткому поділу блоків і полів сприяє кольоровий дизайн інтерфейсу, який можна змінювати. Система Moodle має понад 50 вбудованих мов локалізації. Тому інтерфейс можна налаштувати так, щоб інформація й команди подавалися зручною для користувача мовою.

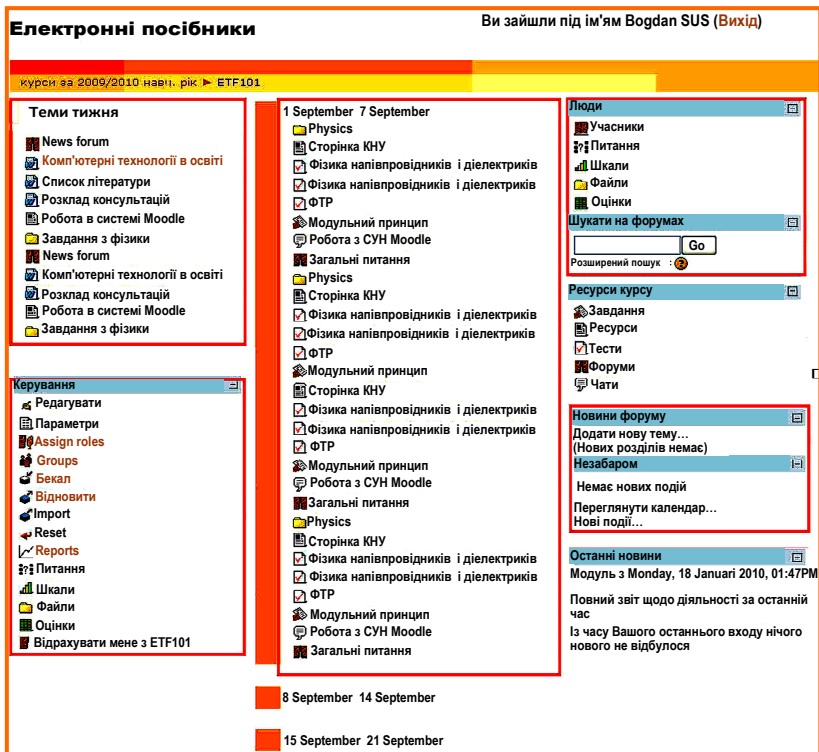


Рис. 4.11. Інтерфейсне вікно СУН Moodle для вивчення навчального курсу

#### 4.5.2. Засоби проведення навчально-адміністративної роботи

В Moodle передбачено ролі профайли з різними функціями та правами. Основні профайли: Викладач, Студент, Гість, Адміністратор.

**Викладач** організує та проводить навчальний процес. Він розподіляє роботу над курсом, згідно з календарним планом, призначає завдання студентам і контролює їхнє виконання. Викладач коментує результати виконаної навчальної роботи й подає інформацію про виставлені оцінки. Він має засоби зворотного зв'язку зі студентами й проводить консультації. У системі

Moodle більшість функцій взаємодії між викладачем і студентом є автоматизованими. Наприклад, студенту автоматично відсилаються повідомлення про результати перевірки завдань, нагадування про майбутні заходи тощо. Відповідно до успішності вивчення навчального курсу викладач може вносити корективи до календарного плану та вводити додаткові модулі, необхідні для кращого засвоєння навчального матеріалу.

Викладання одного й того самого навчального курсу можуть проводити відразу кілька викладачів, кожен з яких формує свою навчальну групу. Для цього викладачу надається право доступу до засобів реєстрації студентів, що бажають вивчати курс. Викладачі можуть додавати до своїх курсів реєстраційний ключ для захисту від під'єднання сторонніх.

Викладач має доступ до засобів створення електронних навчальних матеріалів. Він може створювати власні лекційні матеріали, електронні підручники, віртуальні лабораторні роботи, тести та інший електронний контент.

**Студент** – учасник, який навчається за обраною спеціальністю. Він індивідуально отримує доступ до навчальних матеріалів і курсів, відповідно до плану, який має виконувати на момент його роботи з СУН. Тому за кожної спроби входу до системи вона ідентифікує студента за допомогою його реєстраційного імені (логіну) та пароля. Після авторизації система відкриває студенту доступ до ЕНМ і курсів (рис. 4.12).

Студент може вивчати доступні курси у зручному для нього порядку, але з узгодженням розкладу занять із різних курсів. СУН Moodle надає розклади занять і різну додаткову інформацію на тих самих сторінках, що й матеріали курсів. Студент також має права доступу до засобів тестування рівня засвоєння матеріалу та взаємодіяти з викладачами й іншими студентами.

**Гість** – незареєстрований відвідувач сайту навчального закладу, має статус потенційного студента. Тому йому надається обмежений доступ, що включає загальну інформацію про навчальний заклад, правила вступу та програми навчальних курсів. Гість не має права переглядати навчальні матеріали в повному обсязі, виконувати тести, створювати повідомлення на форумах.

**Перелік доступних курсів**

**Короткий опис курсу**

**Вибір мови інтерфейсу**

**Вихід**

Taras Shevchenko University Moodle System

Ви зашли під ім'ям Student Student **(Вихід)**

Українська(uk)

**Доступні курси**

**Атомна фізика**  
Administrator: B S  
Для перегляду використовуйте password – student

**Електрика**  
Administrator: B S  
Електрика. Курс для студентів.  
Для перегляду використовуйте login – student, password – student

**Механіка**  
Administrator: B S  
Administrator: Євгеній Драган  
Механіка. Підручник для студентів першого курсу  
Для перегляду використовуйте login – student, password – student

**Фізика напівпровідників і діелектриків**  
Administrator: Bohdan Suse  
Навчальний курс для студентів, містить приклади застосування напівпровідників у радіотехніці, контрольні питання.

Пошук курсу

**Незабаром**

- Фізика напівпровідників і діелектриків  
Saturday, 24 October (10:25 AM)  
» Сьогодні (09:25 AM)
- ФТП  
Saturday, 24 October (01:25 PM)  
» Thursday, 29 October (12:25 PM)
- Фізика напівпровідників і діелектриків (Тест завершений)  
Friday, 30 October (11:40 AM)
- Модульний принцип  
Saturday, 31 October (02:15 PM)

Переглянути календар...  
Нові події...

**Останні новини**

Модуль з Sunday, 25 October 2009 05:16 AM  
Повний звіт щодо діяльності за останній час.  
Із часу Вашого останнього входу нічого нового не відбулося

**Блок інформаційних повідомлень**

Рис. 4.12. Перелік доступних курсів і повідомлень

**Адміністратор** – виконавець навчально-організаційної роботи та технічної підтримки СУН Moodle. Він проводить реєстрацію учасників навчального процесу, вносить до системи інформацію про студента: особові дані, назву вибраної спеціальності, відомості про оплату навчання. Після зарахування студентів на навчання адміністратор надає їм права доступу до ресурсів СУН, відповідно до навчальних планів обраної спеціальності. Адміністратор також бере участь у формуванні студентських навчальних груп.

У СУН Moodle передбачено також можливість самостійної реєстрації потенційних студентів. Ця функція (рис. 4.13) може бути активована адміністратором системи, а її використання залежить від політики комп'ютерної безпеки навчального закладу.

Адміністратор має зручні засоби системного адміністрування, за допомогою яких виправляє помилки в роботі програмного забезпечення та захищає його від несанкціонованого втручання.



**Рис. 4.13.** Форма для створення облікового запису студента

Система Moodle має засоби, необхідні для виконання функцій електронного деканату: зарахування до навчального закладу, створення студентських груп, складання розкладів, оформлення звітів різних форм.

#### **4.5.3. Засоби створення й підтримки роботи електронних навчальних матеріалів**

У СУН Moodle ресурси контенту складають навчальні матеріали таких типів:

- електронний навчальний матеріал Текстова сторінка;
- електронний навчальний курс Веб-сторінка;
- посилання на файл чи веб-сторінку;
- посилання на групу файлів (каталог).

Для створення та редагування навчальних ресурсів використовується потужний візуальний редактор, який входить до складу СУН Moodle. За його допомогою можна розробляти навчальні тексти та веб-сторінки, що містять ілюстрації, графіки, таблиці. Роботи зі створення контенту в цьому редакторі спрощує на-

явність набору шаблонів. Тому електронні навчальні матеріали може створювати звичайний користувач СУН без допомоги професійних програмістів. Шаблон для створення ресурсу типу Текстова сторінка показано на рис. 4.14. Створення Текстової сторінки відбувається шляхом заповнення вікон у шаблоні, які позначені цифрами ①– ③.

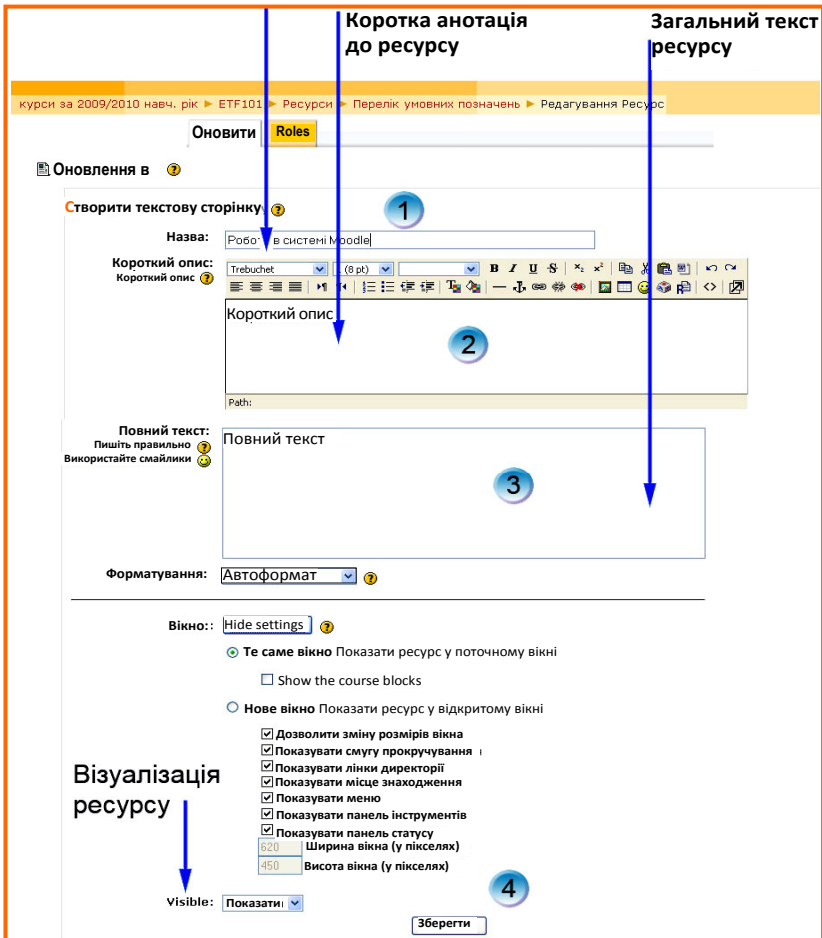


Рис. 4.14. Шаблон для створення та редагування ресурсу типу "Текстова сторінка"

Спочатку вводять назву навчального матеріалу у вікні ①. Далі, у вікні ②, подають короткий опис змісту та призначення матеріалу. Повний текст навчального матеріалу набирають у вікні ③. По закінченню натискають кнопку Зберегти ④, і матеріал додається до навчальних ресурсів СУН.

**Веб-сторінка** являє собою електронний навчальний матеріал у HTML-форматі (2.2.2). Це багатофункціональний ресурс, в якому об'єднані засоби надання доступу до ЕНМ, інформаційного супроводу, керування навчанням, комунікаційної взаємодії учасників навчального процесу. Типовий вигляд веб-сторінки демонструє рис. 4.15.

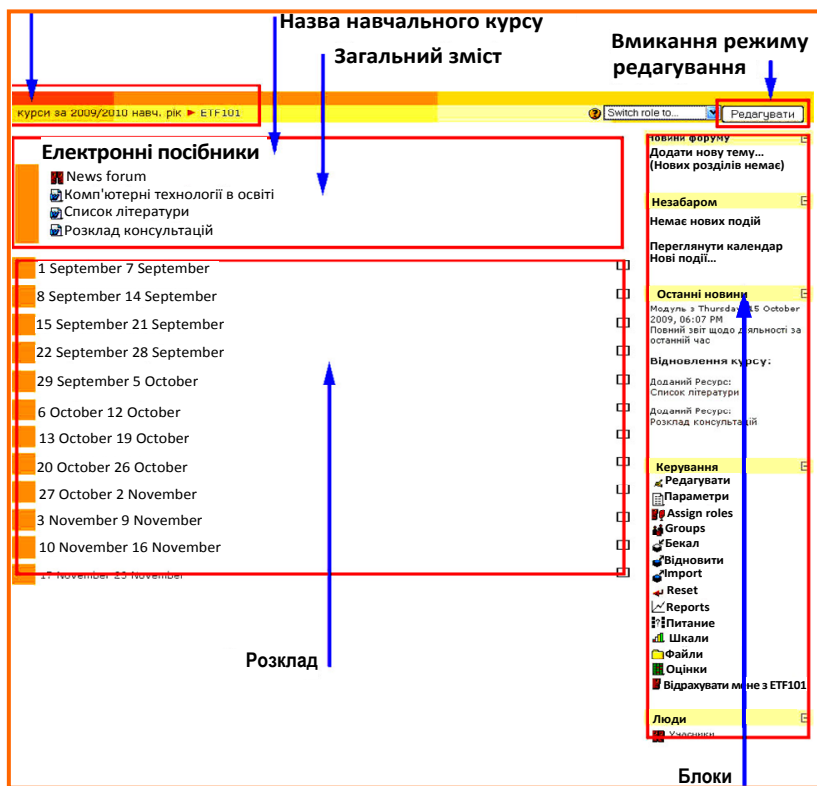


Рис. 4.15. Веб-сторінка навчального курсу в СУН Moodle

Веб-сторінка навчального курсу містить такі елементи:

- навігаційне меню, що забезпечує рух від головної сторінки СУН Moodle до поточної;

- загальний зміст, що містить гіперпосилання для виклику навчальних матеріалів, бібліографії, програм курсів тощо;

- розклад, що визначає кількість тижнів викладання курсу. Кожне поле (комірка) відповідає тижню. Усі ресурси розділу призначені для роботи протягом одного тижня (лекції, практичні завдання тощо), розміщені у відповідному полі (комірці).

Засоби зі спільними тематичними ознаками об'єднані до блоків, які показано в правій частині рисунку послідовно згори донизу:

- новини форуму – обговорення навчального матеріалу курсу;

- останні новини – останні повідомлення на форумі новин;

- майбутні події – список запланованих заходів і тих, що відбуватимуться найближчим часом, інформація про додаткові навчальні заходи;

- звіт про діяльність – останні дії з редагування навчального курсу та завдань до нього;

- керування – пропозиції різних можливостей для адміністрування курсу викладачем.

Створити ЕНМ типу Веб-сторінка в СУН Moodle можна без залучення додаткового програмного забезпечення. Система має власні засоби перетворення на HTML-формат матеріалів, що були набрані в текстовому редакторі. Цим забезпечуються широкі можливості для розміщення в електронних курсах різних текстових матеріалів. У першу чергу для введення текстів і таблиць треба скористатись візуальним редактором, який було розглянуто раніше (рис. 4.14). Існує також можливість імпорту сторінок із текстом через буфер обміну (напр., з Microsoft Word за допомогою операцій Copy&Paste).













Змістовне наповнення навчальних курсів, які створюють за технологіями Текстова сторінка та Веб-сторінка здебільшого складають матеріали лекцій, поділені на тематичні модулі та наведені в розкладі занять. Автоматично до кожного курсу в СУН Moodle додаються блоки форуму, новин та анонсів

(рис. 4.15). Вміст веб-сторінок стає доступними для всіх учасників навчального процесу за допомогою будь-якого браузера (Internet Explorer, Mozilla Firefox тощо).

Веб-сторінка містить розділи, які потребують оновлення: Останні новини, Новини форуму, Майбутні події, Розклад тощо. Крім того, потребує змін і модернізації контент навчального курсу. Актуалізацію інформаційного наповнення веб-сторінки виконують викладач чи адміністратор у режимі редагування. У цьому режимі викладач може змінювати розташування блоків на сторінці так, як буде зручно йому чи студентам, змінювати та додавати навчальний матеріал й завдання.

Викладач переключує веб-сторінку в режим редагування натисканням кнопки Редагувати (вгорі праворуч рис. 4.15). Після цього сторінка набуває такого вигляду, як показано на рис. 4.16. На рисунку можна бачити ті самі розділи й блоки, що є на рис. 4.15, але з кнопками редагування контенту. Функціональне призначення кнопок і символи ресурсів подано в табл. 4.4.

**Таблиця 4.4**

	Ввімкнення режиму редагування сторінки
	Переміщення об'єкта праворуч
	Переміщення об'єкта вгору / вниз
	Переміщення об'єкта ліворуч
	Переміщення об'єкта вгору та вниз
	Вилучення об'єкта
	Зробити об'єкт видимим / невидимим для студентів
	Позначка форуму
	Об'єкт доступний для всіх груп
	Веб-сторінка, або текстовий документ
	Документ Microsoft Word
	Виклик файлу допомоги

У процесі редагування веб-сторінки викладач наповнює її навчальними ресурсами. Для цього у потрібному розділі він натискає кнопку Add a resource (додати ресурс) й отримує перелік можливих доповнень у вікні, що пов'язане з цією кнопкою. На рис. 4.17 показано вікно ресурсних доповнень в розділі Темі тижня з рис. 4.16.

курси за 2009/2010 навч. рік > ETF101 Switch role to...  Закінчити редагування

### Теми тижня

- News forum → ⌵ ⌶ ✕ ✎ ⌵
- Комп'ютерні технології в освіті → ⌵ ⌶ ✕ ✎ ⌵
- Список літератури → ⌵ ⌶ ✕ ✎ ⌵
- Розклад консультацій → ⌵ ⌶ ✕ ✎ ⌵

1 September 7 September

8 September 14 September

15 September 21 September

22 September 28 September

29 September 5 October

6 October 12 October

### Новини форуму

Додати нову тему  
(Нових розділів немає)

### Назавбаром

Немає нових подій  
Переглянути календар...  
Нові події...

### Останні новини

Модуль з Sunday, 18 October 2009, 09:00 AM  
Повний звіт щодо діяльності за останній час

Із часу Вашого останнього входу нічого нового не відбулося

### Люди

Учасники

### Шукати на форумах

Розширений пошук

### Ресурси курсу

Ресурси  
Форуми

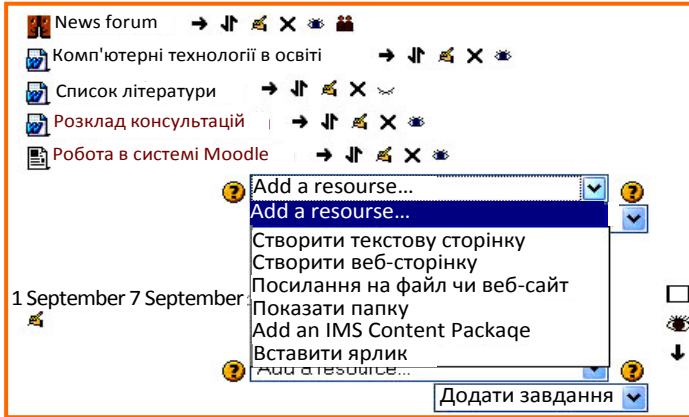
### Курси

**Додаткові блоки** →

**Blocks**

- Додати, з'єднати
- Додати, з'єднати
- Admin bookmarks
- Blog Menu
- Blog Tags
- Global Search
- Global Search
- Виділити RSS-наповнення
- Випадковий запис із глосарію
- Календар
- Лічильник позики
- Опис курсу/сайту
- Повідомлення
- Посилення на параграф / рубрику
- Під'єднати користувачі
- Результати опитування

Рис. 4.16. Веб-сторінка навчального курсу в СУН Moodle в режимі редагування



**Рис. 4.17.** Вікно вибору навчальних ресурсів

При виборі опцій Створити текстову сторінку чи Створити веб-сторінку викладач може створити новий навчальний матеріал за допомогою візуального редактора в спосіб, що розглянутий вище. Він також може додати матеріали, які створені раніше й зберігаються в базі СУН. При виборі опцій Посилання на файл чи веб-сайт, Показати папку викладач розміщує гіперпосилання на файли з навчальними матеріалами або на веб-сторінки з іншого наукового чи навчального сайту. За цими посиланнями можна звертатись як до окремих файлів (напр., текстів лекційних матеріалів), так і до набору файлів, що утворюють каталог й розміщені в окремій папці. Усі навчальні матеріали дають можливість реалізувати функцію трекінгу.

У режимі редагування викладач може додати засоби, яких не було на веб-сторінці, але є в переліку системи Moodle (внизу праворуч рис. 4.16), наприклад календар, список курсів, глосарій, електронну пошту, внутрішню систему обміну повідомленнями, пошук форумів.

#### 4.5.4. Засоби діагностики успішності навчання

СУН Moodle має власне програмне забезпечення для створення тестів і проведення тестувань рівня засвоєння навчального матеріалу. Його можна умовно поділити на модулі:

- модуль формування тесту й задання умов тестування;
- модуль створення тестових завдань;
- модуль проведення тестування.

Створення тесту починається роботою з першим модулем (інтерфейс див. рис. 4.18). Доступ до інтерфейсу має тільки розробник тесту – викладач. Він послідовно заповнює поля вводу. У полі ① він вводить назву тесту (напр., Тести з фізики. Механіка); у полі ② – подає короткий опис змісту та призначення тесту. Послідовно заповнюючи поля, викладач задає умови проведення тестування: ③ – період, у межах якого студент має виконати тестування (поза цим періодом тести недоступні), обмеження часу на виконання тесту; ④ – спосіб наповнення тесту завданнями: кількість завдань у тесті, порядок надання завдань для виконання (випадковий із певного набору, випадковий із різних тематичних розділів), дозволена кількість спроб виконання тесту; ⑤ – спосіб розрахунку результуючої оцінки: вибір шкали (10-бальна, 100-бальна або інша), врахування особливостей виконання тесту (зменшення балу, якщо були додаткові спроби складання тесту чи спроби виправлення помилок), перехід у режим адаптивного тестування, залежно від результатів попередніх спроб, підрахунок підсумкової оцінки після кількох спроб (краща оцінка, середня оцінка, оцінка першої спроби, оцінка останньої спроби); ⑥ – умови ознайомлення студента з результатами тестування: показати дані ним відповіді (*Responses*), бали за кожну відповідь (*Score*), пояснення до відповіді чи оцінки (*General feedback*). Викладач може задати період тестування, протягом якого таке інформування стає доступним для студента: Відразу після спроби відповіді, Пізніше, поки тест ще відкритий для виконання, Після закінчення тестування. У цьому ж розділі задають паузи між спробами відповіді: Час між першою та другою спробами, Час між подальшими спробами; ⑦ – обмеження кола студентів для ви-



курси за 2009/10 навч. рік ▶ ETF101 ▶ Тести ▶ Редагування Тест

Додавання нового Тест ?

Назва: Тестування з фізики 1

Вступ: Trebuchet 1 (8 pt)

Про редактор Richtext ?

Найбільш поширені запитання 2

Path: body

Почати тестування:  22 October 2009 - 07 25 ? 3

Закінчити тестування:  22 October 2009 - 07 25 ?

Часове обмеження:  minutes: ? 4

Максимальна кількість запитань на сторінці: Необмежено ?

Випадковий порядок запитань: Ні ?

Shuffle within questions: Так ?

Дозволено: Необмежена кількість спроб ?

Залежність спроб: Ні ?

Оцінювання: Найкраща оцінка ?

Adaptive mode: Так ?

Apply penalties: Так ? 5

Decimal digits in grades: 2 ?

Students may review: Responses Scores Коментар Відповіді General feedback ?

Immediately after the attempt:       6

Later, while the quiz is still open:

After the quiz is closed:

Time delay between first and second attempt: Порожньо ?

Time delay between later attempts: Порожньо ?

Показати текст у новому вікні: Ні ?

Потрібен пароль: ? 7

Адреса мережі: ?

Group mode: No groups ? 8

Visible: Показати

overall feedback: ?

Grade boundary: 100% Коментар: ? 9

Grade boundary: Коментар:

Grade boundary: 0% 10

Зберегти Відмінити

Рис. 4.18. Інтерфейс модуля створення тесту та задання умов тестування

конання тесту шляхом введення паролю та адреси комп'ютерної мережі; ⑧ – створення групи студентів, якій надано доступ до виконання тестування; ⑨ – встановлення меж у відсотках (*Grade boundary*) для визначення оцінки за виконання тесту з відповідними коментарями. Відсотковий результат характеризує частину суми балів, яку отримав студент відносно максимально можливої. Викладач заповнює поля в цьому розділі, наприклад таким чином: 90 % у полі Відсоткові межі та Відмінно у вікні Коментар. Тобто, якщо студент набере більше 90 %, він отримає коментар Відмінно або більш докладний.

В кінці викладач натискає на кнопку Зберегти ⑩, і СУН запам'ятовує всі умови тестування, введені викладачем. Автоматично відбувається перехід до модуля створення тестових завдань. Інтерфейс цього модуля зображено на рис. 4.19.

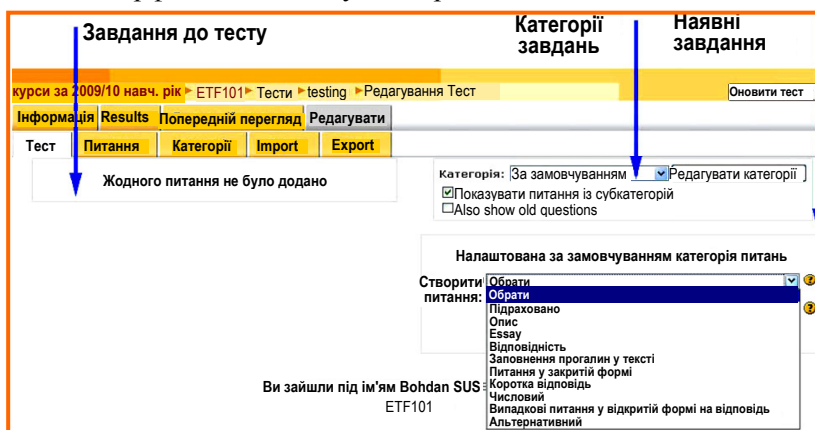


Рис. 4.19. Інтерфейс модуля створення тестових завдань

Для створення тесту можуть бути використані завдання, створені раніше для інших тестів, які зберігаються у базі сервера СУН. Частина їх може бути включена й до цього тесту. Їх беруть із бази даних за допомогою опції імпортування, натискаючи кнопку Import у (вгорі ліворуч рис. 4.19). Оскільки готових завдань звичайно не вистачає, виникає необхідність створення нових. Програмне забезпечення СУН Moodle дає можливість створювати завдання в формах, які були розглянуті в п. 3.3:

вибір однієї правильної відповіді; множинний вибір правильної відповіді (*Multiple Choice*); встановлення відповідності; заповнення пропусків у тексті; числова відповідь.

Завдання створюють за допомогою відповідних шаблонів. На рис. 4.20 показано шаблон для створення завдання у формі Множинний вибір.

**ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА І НАПІВПРОВІДНИКІВ** Ви зайшли під ім'ям Богдан Сусь (Вихід)

СУН - НП »Редагування тесту » Редагувати питання

Editing a Multiple Choice question ?

Категорія:  За замовчуванням 1

Назва питання: Кристалічна речовина

Питання: Германій належить до 2

Question text ?  
Про редактор Richtext ?

Картинка для відображення: Для вашого курсу не було завантажено малюнків

Оцінка для запитання за замовчуванням: 1

Penalty factor: 0,1 ? 3

General feedback: Германій належить до четвертої групи таблиці Менделєєва

General feedback ?

One or multiple answers?:  One answer only 4

Shuffle answers: Так ?

Available choices: You must fill out at least two choices. Choices left blank will not be used.

Choice 1: першої групи таблиці Менделєєва Оцінка: Порожньо   
Feedback : неправильно

Choice 2: другої групи таблиці Менделєєва Оцінка: Порожньо   
Feedback : неправильно

Choice 3: третьої групи таблиці Менделєєва Оцінка: Порожньо   
Feedback : неправильно 5

Choice 4: четвертої групи таблиці Менделєєва Оцінка: 100 %   
Feedback : правильно

Choice 5: п'ятої групи таблиці Менделєєва Оцінка: Порожньо   
Feedback : неправильно

Рис. 4.20. Шаблон для створення завдання типу Множинний вибір

Після наповнення тесту завданнями він стає готовим для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу. Студенти мають виконати цей тест за період, передбачений навчальним планом. При виконанні тесту студент працює тільки з інтерфейсом модуля проведення тестування (рис. 4.21).

**ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА І НАПІВПРОВІДНИКІВ** Ви зайшли під ім'ям Студент Богдан (Вихід)

СУН - НП - Тести - Тестування з фізики - Спроба 1

Тестування з фізики – Спроба 1

1 Германій належить до

Бали: --/1

Choice one answer

- a. другої групи таблиці Менделєєва
- b. першої групи таблиці Менделєєва
- c. третьої групи таблиці Менделєєва
- d. п'ятої групи таблиці Менделєєва
- e. четвертої групи таблиці Менделєєва

2 Виберіть речовину, що відповідає групі таблиці Менделєєва

Бали: --/1

Які елементи належать до VI групи таблиці Менделєєва

Які елементи належать до IV групи таблиці Менделєєва

Які елементи належать до II групи таблиці Менделєєва

Обрати ✓

Обрати

Германій. Кремній

Кадмій

Телур

Обрати ✓

Ви зайшли під ім'ям Студент Богдан (Вихід)

**Рис. 4.21.** Інтерфейс модуля проведення тестування

Студент отримує відразу кілька завдань у межах однієї сторінки. Наприклад, на сторінці рис. 4.21 розташовано два завдання. Студенту дозволено дати відповідь на частину завдань (скажімо, одне), а решту – відкласти на потім. У такому випадку він натискає кнопку *Save without submitting*, зберігаючи вміст сторінки, але без відправлення на перевірку. Надалі студенту надається для розгляду наступна сторінка тесту. Таким чином він послідовно виконує завдання на інших сторінках. Потім студент може повернутися до пропущених завдань, доробити їх і відправити на перевірку сторінку за сторінкою (*Submit page*). У кінці студент натискає кнопку *Submit all and finish*, завершує виконання тесту

й відсилає результати роботи на перевірку. Після цього він уже не може вносити жодних змін до відповідей. Система автоматично обробляє матеріали тестування й надає результати, в яких відображаються набрані бали, кількість спроб, витрачений час і коментар викладача. Викладач може слідкувати за ходом роботи студента над тестом: часом початку тестування, часом виконання, кількістю спроб та набраними балами за кожне завдання.

Крім власного програмного забезпечення СУН Moodle для створення тестів, можуть бути застосовані й інші спеціалізовані програми, наприклад відома програма Hot Potatoes (див. п. 3.6.4).

У розглянутому вище засобі моніторингу знань чітко регламентовані форми завдань й способи відповіді. Це дає можливість автоматизувати як процедуру проведення тестування, так і перевірку правильності виконання завдань. Але такого формалізованого способу контролювання знань недостатньо для виявлення творчих здібностей студента. Тому в СУН Moodle передбачено можливість **створення завдань довільної форми**, що потребують відповіді у вигляді твору на задану тему (есе). На рис. 4.22 показано інтерфейс шаблону, який може використати викладач при формуванні творчого завдання для студентів.

Викладач заповнює поля шаблону так само, як розглядалось раніше при роботі з подібними шаблонами:

- ① вводить назву теми твору;
- ② у вікні візуального редактора конкретизує завдання й за необхідності додає графічний матеріал;
- ③ встановлює верхню межу оцінки;
- ④ задає часові обмеження для виконання й здачі твору;
- ⑤ задає форму, в якій студент має надіслати твір (напр., Відповідь у вигляді файла означає, що студент зробить твір в окремому файлі, який викладач може імпортувати для перевірки).

Викладач перевіряє твір і виставляє оцінку. Для цього він користується інтерфейсом зі списком студентів для вибору оцінки й написання зауважень (рис. 4. 23). Викладач:

- ① натискає кнопку Оцінка в полі з прізвищем студента, роботу якого він перевіряв;
- ② вибирає оцінку зі списку в полі Оцінка;
- ③ пише зауваження до роботи.

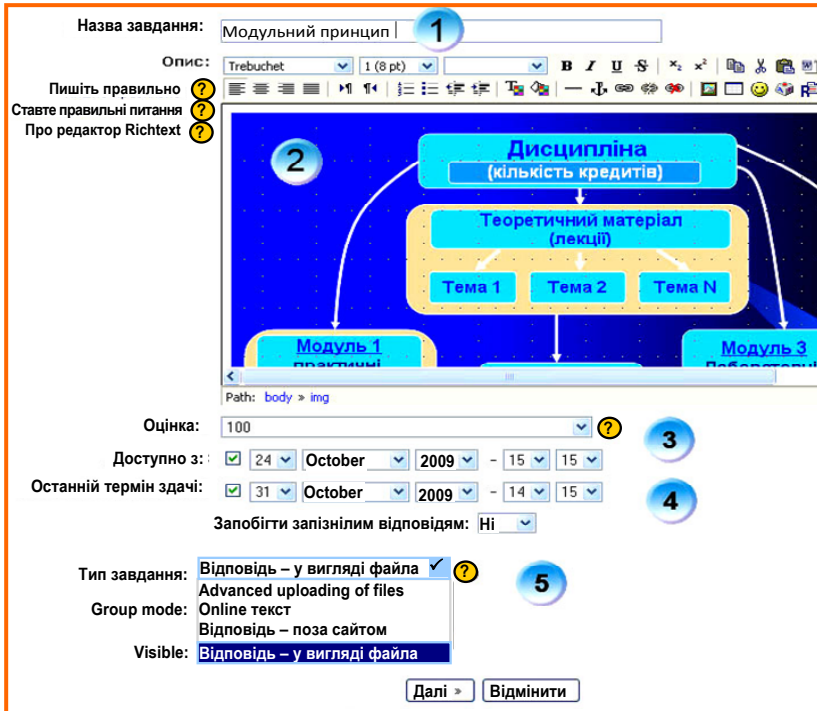


Рис. 4.22. Інтерфейс шаблону для створення творчого завдання

Далі викладач натискає кнопку Зберегти ④, після чого його оцінка вважається остаточною й зберігається в базі даних СУН. Звідси матеріали з оцінкою можуть бути надані тим учасникам навчального процесу, що мають відповідні права доступу (студент, викладач, адміністратор).

Ще одним способом контролювання якості засвоєння навчального матеріалу є **Опитування**. У СУН Moodle для цього застосовують комунікаційні засоби. Наприклад, спілкування зі студентом в чаті дає можливість викладачу провести опитування в довільній формі та отримати уявлення про підготовленість студента практично так само, як при розмові на заліку чи іспиті.

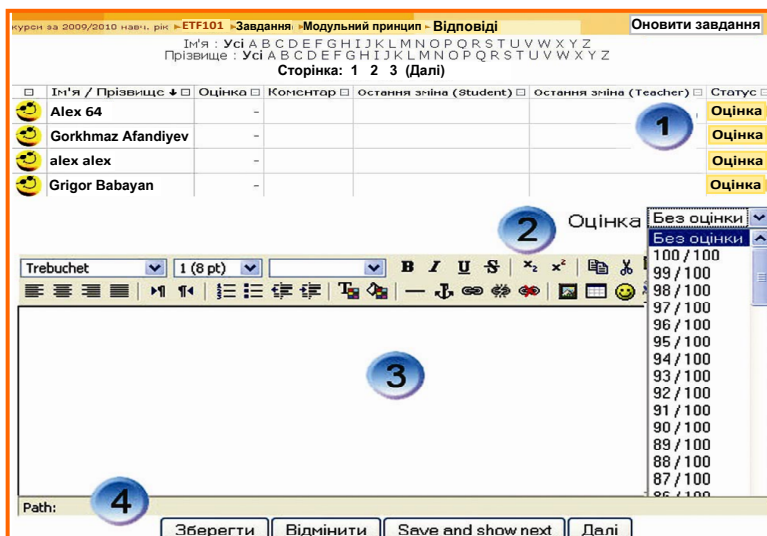


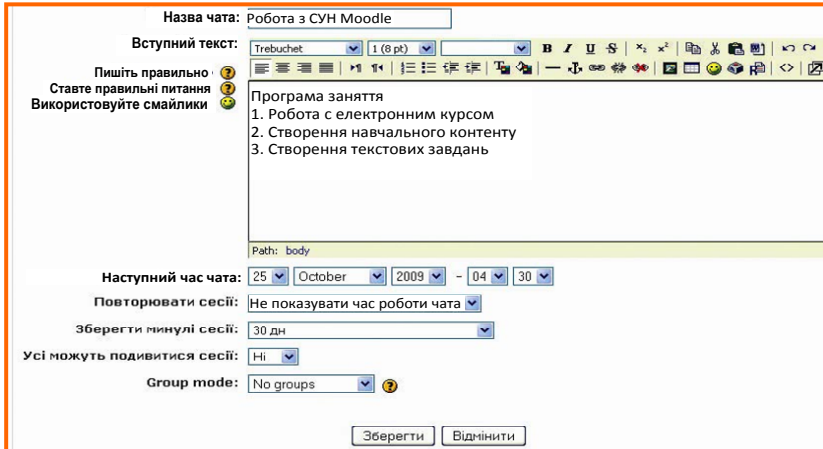
Рис. 4.23. Інтерфейс вибору оцінки й написання зауважень

#### 4.5.5. Мережеві засоби комунікації для проведення навчальної роботи

За допомогою засобів комунікації викладач проводить як індивідуальну роботу зі студентом (консультації, опитування), так і організовує колективне навчання (лекції, семінари, диспути). У СУН Moodle є власні засоби для комунікації між учасниками навчального процесу: чат, форум, електронна пошта.

**Чат** може бути використаний у колективній навчальній роботі тільки після того, як викладач зробить відповідне оголошення. Для цього він заповнює спеціальну форму (рис. 4.24).

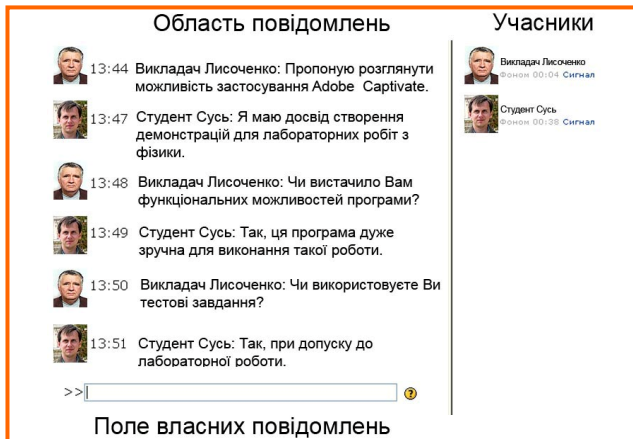
Зміст інформації, що викладач вносить до полів шаблону, є зрозумілим із підписів. Таким чином, в оголошенні є назва теми чату, проблемні питання для обговорення, дата й час проведення заняття. Після того, як викладач натисне кнопку Зберегти оголошення про чат з'явиться в блоці майбутніх подій на головній сторінці курсів. Для того, щоб стати учасником чату, необхідно натиснути на текст з його назвою (Робота з СУН Moodle на рис. 4.11).



**Рис. 4.24. Створення оголошення про проведення чату**

Учасники розмови обмінюються текстовими повідомленнями у вікні чату. Вигляд вікна чату СУН Moodle показано на рис. 4.25.

Більшу частину вікна займає Область повідомлень. Повідомлення учасників мають вигляд текстових рядків.



**Рис. 4.25. Вікно чату в СУН Moodle**



На початку кожного повідомлення показані:

- графічна ідентифікація автора – фото чи піктограма емоції (смайлик);
- час відправлення повідомлення;
- ім'я автора.

Ці дані автоматично додає до повідомлення програмне забезпечення чату. Дані про автора розташовані в базі даних Учасники. Вона формується при підключенні учасників чату. При реєстрації учасники ідентифікують себе графікою (за бажанням) та ім'ям. Склад учасників на момент спілкування показано вгорі праворуч у вікні чату. Натиснувши на посилання Сигнал поряд з іменем учасника, можна надіслати йому звуковий сигнал.

У нижній частині вікна розташоване текстове поле для надсилання власних повідомлень.

**Форум** – це засіб комунікації, що застосовують для розгорнутого обговорення принципово важливих розділів навчального матеріалу. Учасники обмінюються думками з дискусійних питань за допомогою текстових повідомлень. Ці повідомлення вони пишуть в зручний для них час, тому мають можливість ретельно їх обміркувати. У СУН Moodle є два типи форумів: форум новин, до якого мають доступ всі учасники курсу, і форум викладачів, де обговорюються питання, пов'язані з викладанням.

Організацію студентського форуму бере на себе викладач, де він виконує функції керівника дискусії – модератора. На рис. 4.26 показано шаблон оголошення для відкриття форуму.

При заповненні шаблону викладач задає тему форуму та обирає його тип. Наприклад, тип Стандартний загальноцільовий форум дозволяє будь-якому учаснику розпочати обговорення або приєднатися до нього, а тип Кожний надсилає одну тему обмежує учасника лише однією темою для обговорення. Уточнюються інші умови проведення форуму: наявність дозволу на участь, максимальний розмір повідомлення, можливість його оцінювання. Після натискання на кнопку Зберегти ця інформація зберігається на сервері СУН, і створюється оголошення про відкриття форуму (напр., Загальні питання на рис. 4.11). Натиснувши мишкою на це посилання, бажаючі можуть приєднуватися до форуму. Створити власне повідомлення можна за допомогою шаблону, що показано на рис. 4.27.

Назва форуму:

Тип форуму:  Стандартний загальноцільовий форум  ?

Вступ до форуму:  O and fogum  
 Звичайне обговорення  
 Кожний надсилає тему  
 Стандартний загальноцільовий форум

Пишіть правильно ?  
 Ставте правильні питання ?  
 Про редактор Richtext ?

Обов'язкова підписка:  ?

Read tracking for this forum:  ?

Максимальний розмір вкладення:  ?

Оцінки для повідомлень:  Використайте оцінки:  
 Оцінка: Шкала Separate and Connected ways knowing  ?  
 Заборонено оцінювати хости із даними на цьому полі

Форма:       
 в/до:

Post threshold for warning:  ?

Post threshold for blocking:  ?

Time period for blocking:  Не блокувати  ?

Group mode:  No groups  ?

Рис. 4.26. Стартовий шаблон для відкриття форуму

Тема:

Повідомлення:

Читайте правильно ?  
 Пишіть правильно ?  
 Ставте правильні питання ?  
 Про редактор Richtext ?

Форматування:  ?

Підписка:  ?

Вкладення:   ? Максимальний розмір: 500 кілобайт  
 (не обов'язково)  
 Mail now:

Рис. 4.27. Шаблон для створення повідомлення учасника форуму

Після введення повідомлення воно буде показане у вікні форуму. Повідомлення на форумі доступні для всіх студентів. Кожне повідомлення, відправлене на форум, також надходить на електронну пошту зареєстрованим учасникам.

**Електронна пошта** може бути використана для обміну повідомленнями між учасниками навчального процесу безпосе-

редньо в СУН Moodle. Для цього викладач зі списку вибирає прізвища студентів, яким необхідно надіслати e-mail, рис. 4.28.

Після вибору функції Послати повідомлення (Send message) викладач отримує шаблон для створення листа (рис. 4.29).

Общая психология

Участники **Блоги**

Inactive for more than:  Выбрать период  Список пользователей: Кратко

Мои курсы: ОП-1  Current role: Все

Все участники: 27

Имя : Все А Б В Г Д Е Ё Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Э Ю Я  
 Фамилия : Все А Б В Г Д Е Ё Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Э Ю Я

Страница: 1 2 3 (Дальше)

Имя / фамилия	Город	Страна	Последний вход ↑	Enrolment Ends	Выбрать
☺ Bohdan Suse	Київ	Украина	сейчас	Неограничено	<input type="checkbox"/>
☺ Андрій Стрюк	Кривий Ріг	Украина	950 до 16 ч	Неограничено	<input type="checkbox"/>
☺ Dina Rozhdestvenska	Київ	Украина	950 до 16 ч	Неограничено	<input type="checkbox"/>
☺ Helena Ver	Київ	Украина	950 до 17 ч	Неограничено	<input type="checkbox"/>
☺ В S	Київ	Украина	Никогда	Неограничено	<input type="checkbox"/>

Выбрать все  Убрать выделение  Add/send message  ? OK

С выбранными пользователями

Показать все  Add/send message

Extend enrolment

📄 Документация Moodle для этой страницы

Вы зашли под именем Bohdan Suse (Выход)

ОП-1

Рис. 4.28. Список учасників навчального курсу

Message body:

Читайте внимательно ?  
 Пишите правильно ?  
 Задавайте правильные вопросы ?  
 О редакторе Richtext ?

Форматирование: HTML-формат ?

Preview

Рис. 4.29. Шаблон для створення листа

Перед відправкою викладач перевіряє повідомлення (Preview) і відсилає лист (Send).

#### 4.5.6. Інші характеристики

**Відповідність міжнародним стандартам.** СУН Moodle підтримує міжнародні стандарти SCORM, IMS (додаток 3). Електронні навчальні матеріали, створені за шаблонами СУН Moodle, відповідають цим стандартам і можуть використовуватися в інших стандартизованих СУН.

У СУН Moodle можуть бути використані електронні навчальні матеріали різних виробників за умови їх відповідності стандартам SCORM і IMS.

**Програмне та апаратне забезпечення.** СУН Moodle може бути встановлена й функціонувати на платформах вільно розповсюджуваних операційних систем Unix, Linux і зберігати дані в базах MySQL, PostgreSQL. Також можливо застосування ліцензійного програмного забезпечення (напр., Windows Microsoft). Апаратне забезпечення допускає оптимізацію, що знижує його вартість.

**Експлуатаційні характеристики.** Програмне забезпечення СУН Moodle є надійним і стабільним у роботі. Встановленням та обслуговуванням СУН може займатися системний адміністратор обчислювального центру навчального закладу без спеціальної перепідготовки. Викладачі й студенти також легко та швидко освоюють роботу з цією СУН.

У загальному випадку програмну оболонку Moodle встановлюють на сервері навчального закладу і застосовують її як систему управління навчанням. Викладачі та студенти взаємодіють з нею через комп'ютерну мережу. Але в деяких випадках виникає необхідність мати програмну реалізацію СУН на власному комп'ютері користувача. Це може бути корисно, наприклад для ознайомлення з функціями системи, доступ до яких на сервері заблокований адміністратором. Крім того, маючи Moodle у власному розпорядженні, викладач може застосовувати її для проведення занять із засвоєння цієї системи студентами. Її використовують для індивідуальної роботи над вдосконаленням чи створенням нових програмних додатків. Викладач створює тести та перевіряє їх функціональність на власному комп'ютері, не

підключаючись до комп'ютерної мережі та, за позитивного результату, може встановити їх на навчальному сервері. Таку програмну реалізацію СУН отримують із сайту [35].

## Література до розділу 4

1. Жарких, Ю.С. Программные средства для компьютерных технологий в образовании / Ю.С. Жарких, Ю.Н.Рудник, О.В. Третьак // Новый Коллегиум. – 2002. – №1. – С.41-45.

2. Развитие систем дистанционного обучения в вузах (обобщение опыта и учебные рекомендации) : учеб. пособие [ ред. В.А. Трайнев и др.] – М. : МГИУ, 2010. – 288 с.

3. Exploring the Theory, Pedagogy and Practice of Networked Learning [Eds. Dirckinck-Holmfeld Lone, Hodgson Vivien, McConnell David] Springer press – 2012. – 318 p.

4. Blackboard – Investor Relations – Press Release. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://investor.blackboard.com/phoenix.zhtml?c=177018&p=irol-newsArticle&ID=767025> /– Title from the screen.

5. IBM Collaboration Software – Lotus Software [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www-01.ibm.com/software/lotus/> – Title from the screen

6. Neuman, B. Clifford. Kerberos: An Authentication Service for Computer Networks. / B. Clifford Neuman and Theodore Ts'o // IEEE Communications. – 1994. – V.32. – № 9. – P.33–87.

7. Kohl, John T. The Evolution of the Kerberos Authentication System / John T. Kohl, B. Clifford Neuman, Theodore Y. T's'o – University of Southern California : Information Science Institute, 1994. – 95 p.

8. Carter, Gerald LDAP System Administration. / Gerald Carter – USA : – O'Reilly Media, 2003. – 308 p.

9. Quest Learning and Assessment. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <https://quest.cns.utexas.edu/> – Title from the screen.

10. Adobe – Authorware 7 [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/authorware/> – Title from the screen.

11. ToolBook Learning Management Software Solution, [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.sumtotalsystems.com/products/toolbook-elearning-content.html> /– Title from the screen.

12. Hot Potatoes Home Page [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://hotpot.uvic.ca/> – Title from the screen.

13. Test Construction Set. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.freedomdownloadcenter.com/Business/Educational\\_Tools/Test\\_Construction\\_Set.html](http://www.freedomdownloadcenter.com/Business/Educational_Tools/Test_Construction_Set.html) – Title from the screen.

14. Система для тестирования знаний x-TLS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : [http://www.softforfree.com/programs/rich\\_e\\_learning\\_environment\\_x\\_tls-27993.html](http://www.softforfree.com/programs/rich_e_learning_environment_x_tls-27993.html) – Название с экрана.

15. Interactive Whiteboards for Education ICT and Business. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.interactive-whiteboards.co.uk/> – Title from the screen

16. RealVNC – VNC Remote Control Software [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.realvnc.com/> – Title from the screen.

17. TeamViewer – Free Remote Control, Remote Access and Online Meetings [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.teamviewer.com/> – Title from the screen.

18. PC Remote Control Software and Remote Access Software [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.radmin.com/> – Title from the screen.

19. Кухаренко, В.М. [Дистанційне навчання. Кухаренко, В.М., Рибалко О.В., Олійник Т.О., Савченко М.В.]. – Харків : ХДПУ, 1999. – 216 с.

20. Welcome to Facebook – Log In, Sign Up or Learn More [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.facebook.com/>. – Title from the screen.

21. Welcome to Twitter [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://twitter.com/>. – Title from the screen.

22. World's Largest Professional Network LinkedIn. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.linkedin.com/> – Title from the screen.

23. FILE TRANSFER PROTOCOL (FTP) . [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://tools.ietf.org/html/rfc959> – Title from the screen.

24. Google Plus [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.google.com/+learnmore/> – Title from the screen.

25. Amazon Simple Storage Service . [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://aws.amazon.com/s3/> – Title from the screen.

26. Dropbox [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [www.dropbox.com/](http://www.dropbox.com/) – Title from the screen.

27. Wolfe, Mark. Broadband Videoconferencing as Knowledge Management Tool / Mark Wolfe // Journal of Knowledge Management – 2007. – V.11. – № 2. – P. 118-138.

28. Ferran, C. Videoconferencing in the field: A Heuristic Processing Model / Carlos Ferran, Stephanie. Watts // Management Science. – 2008. – V.54. – №9. – P. 1565-1578.

29. Polycom, Inc. Industry Leader in Video Conferencing and Collaboration. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.polycom.com/> – Title from the screen.

30. Video Conferencing, Telepresence, TANDBERG Official Website . [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.tandberg.com/> – Title from the screen.

31. Microsoft NetMeeting – Microsoft Download Center. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=23745> / – Title from the screen.

32. Free Skype Internet Calls and Cheap Calls to Phones Online – Skype. – [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.skype.com/> – Title from the screen.

33. ILIAS E-Learning [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.ilias.de/> – Title from the screen.

34. Moodle.org: Open-Source Community-Based Tools for Learning [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://moodle.org/> – Title from the screen.

35. Moodle Packages for Windows [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://download.moodle.org/windows/> – Title from the screen.

36. The Idea Center. Open Source Software. Learning Management Systems [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://klaatupc.athabascau.ca/cgi-bin/b7/main.pl?rid=1.> / – Title from the screen.

37. Interact–Sosial E-Learning Management Systems (social LMS) [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://blog.dreamcss.com/content-management-system/interact-social-lms/> – Title from the screen.

□□□□□

# Додатки

oooooooooooo

## Додаток 1

### Засоби для створення й обробки графічних, анімаційних, аудіо- та відеоматеріалів

#### Д 1.1. Графічні ілюстративні матеріали

Частину ілюстрацій автор надає дизайнеру у вигляді твердих копій (*hard copy*) – фотографій, рисунків чи інших зображень на паперових носіях. Для застосування їх в ЕНМ ілюстрації необхідно перевести в електронний формат. Дизайнер це робить за допомогою сканера (п. 2.2.1). Ілюстрацію розміщують у сканері, задають роздільну здатність сканування й графічний тип електронного зображення. При скануванні формується електронний образ ілюстрації у вигляді окремого файлу. Файл може бути імпортований у спеціалізовані комп'ютерні програми редагування та обробки ілюстрацій.

Одним із кращих програмних засобів для редагування графічних зображень є Adobe Photoshop. Програмна оболонка має зручний інтерфейс, високу швидкість роботи, містить значну кількість фільтрів для обробки зображень. Цей програмний засіб дає можливість проводити будь-які необхідні операції із зображенням: збільшувати чіткість, фільтрувати від графічних шумів й деформацій, змінювати кольори, виконувати накладання зображень тощо. Сучасна версія (Adobe Photoshop CS) суттєво вдосконалена. Порівняно з попередніми версіями в Adobe Photoshop CS повністю перероблене меню HELP, яке містить детальні приклади різних операцій. Значно розширено інструментарій редагування текстів, розташування їх вздовж довільних траєкторій і всередині об'єктів. Є можливість надавати наборам графічних шарів векторні та растрові маски. Також дода-



но команди для швидкого створення презентацій у форматі PDF із застосуванням композицій із бібліотеки шаблонів.

Виконуючи обробку графічного файлу з метою покращення вигляду зображення, дизайнер вживає заходів для оптимізації файлу. Іншими словами, зменшуючи інформаційний обсяг графічного файлу, він знаходить оптимум, за якого досягається мінімально можливий розмір файлу за збереження найважливіших рис зображення. Уявлення про вплив оптимізації на графіку може надати приклад на рис. Д 1.1.



Рис. Д 1.1.

Вплив оптимізації графічного файлу на зображення об'єкта:

а – вихідне зображення, розмір файлу 24,5 Кб,

б – оптимізоване зображення, розмір файлу 7,8 Кб

Із рисунку видно, що оптимізація практично не погіршила якості зображення, але обсяг файлу зменшився втричі. Зменшення розмірів файлів дуже важливо для ЕНМ, які розраховані на застосування в комп'ютерних мережах, оскільки скорочується час їх доставки й завантаження в комп'ютер користувача.

Для проведення оптимізації графічного файлу потрібно вибрати електронний формат, в якому він буде записаний. Розглянемо найбільш вживані з них.

**GIF (Graphics Interchange Format)** – формат файлів, в якому алгоритм стискання обмежує графіку 256 кольорами. Таким чи-

ном, у цьому форматі відбувається стискання графіки без втрат якості, якщо в оригіналі зображення менше 256 кольорів. Якщо в графіці використовується більше 256 кольорів, то при збереженні її у форматі GIF алгоритм перетворення відкидає деякі кольори, використовуючи замість них інші. GIF-формат добре підходить для перетворення штрихових графічних зображень. Це можуть бути зображення, де використовується кілька кольорів з однаковими відтінками та освітленістю. Приклад графічного зображення в GIF-форматі зображено на рис. Д 1.2. Сьогодні формат GIF вважається застарілим і для його заміни створено формат PNG (*Portable Network Graphics*), проте він до цього часу широко застосовується в WEB-дизайні.

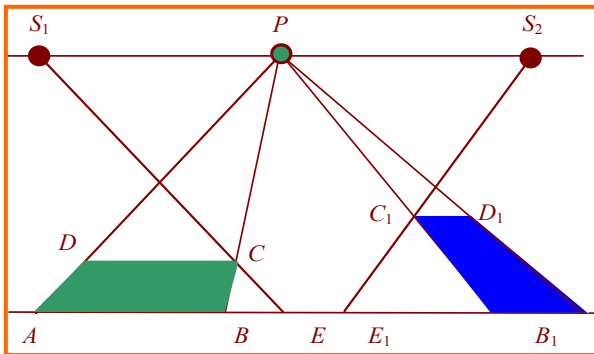


Рис. Д 1.2. Приклад GIF-зображення

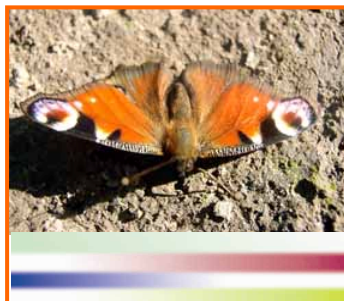
**JPEG (Joint Photographic Experts Group)** – формат файлів, що дає більш високоякісне стискання, ніж GIF. У цьому форматі також використовується метод стискання з втратами, але палітра зберігає мільйони кольорів. Спочатку відбувається видалення даних, які вважаються несуттєвими. Для цього попередньо виконується поділ зображення на прямокутні ділянки. Цей метод дає можливість значною мірою контролювати ту кількість інформації, яка буде відкинута. Але за великих коефіцієнтів стискання можна одержати змазане й розбите на окремі ділянки зображення. Такі ділянки називаються артефактами. Вони з'являються за надмірного стискання зображення. Формат JPEG спеціально створено для роботи з файлами, що мають велику кількість ко-

льорів, тому його застосовують для стискання файлів ілюстрацій такого типу:

- зображень із великою палітрою кольорів;
- графіки із застосуванням плавного кольорового заповнення;
- графіки з використанням джерел світла;
- фотографій з великою градацією кольорів;

Приклад ілюстрації у JPEG-форматі показано на рис. Д 1.3.

Розглянуті особливості форматів графічних файлів не дають можливості чітко розділити межі й об'єкти для застосування того чи іншого форматів. Не можна заздалегідь вказати формат, що найкраще підходить для оптимізації конкретного зображення, скажімо такого, як чорно-біла чи кольорова фотографія з різними освітленістю, градієнтами розмиття та палітрами кольорів. Обрання формату звичайно відбувається експериментально, виходячи із типу стискання зображення, що дає можливість отримати мінімальний розмір графічного файла за найкращого збереження якості ілюстрації.



**Рис. Д 1.3. Зображення у JPEG-форматі**

## **Д 1.2. Комп'ютерні анімації**

Комп'ютерні анімації застосовують для ілюстрування навчальних матеріалів і створення інтерактивних демонстрацій (п. 2.3, 2.4), а також для розробки віртуальних симуляторів і тренажерів (п. 2.5). Відповідно до призначення анімації виготовляють за допомогою спеціалізованих програмних засобів. Вони розрізняються за такими показниками:

- досяжні ілюстративність і функціональність анімації;
- розміри анімаційних файлів;
- технологічність (нескладний порядок застосування програмного забезпечення за високої якості отриманої анімації).

З огляду на ці показники розглянемо найбільш поширені й ефективні анімаційні програмні оболонки.

### Д 1.2.1. Двовимірні анімації

Двовимірні (2D) анімації застосовують як для динамічного ілюстрування навчального матеріалу, так й для створення інтерактивних демонстрацій. Найкращим засобом створення таких анімацій вважають програмну оболонку Flash. Вона дає можливість отримувати 2D-анімації високої якості за мінімальних розмірів анімаційних файлів. Модуль програвання Flash-файлів (*plugin*) зараз входить до більшості браузерів та операційних систем. Тому Flash-додатки можуть безпосередньо взаємодіяти зі сценаріями та програмами, які вже інстальовано на навчальному сервері. Flash дає можливість прямого завантаження графічних файлів JPEG, що значно спрощує створення демонстрацій із зображеннями великого інформаційного об'єму. Цей засіб також дозволяє здійснювати імпорт та експорт звуку в форматі MP3, що забезпечує високу якість звучання за малого розміру файлів.

Важливою особливістю середовища Flash є відносна простота створення графічних образів і їх анімацій. Завдяки використанню векторної технології створення графіки Flash дозволяє радикально скоротити обсяг даних, що описують рухоме зображення. Створивши в одному з кадрів векторний рисунок, можна задати мовою Action Script, що вбудована до Flash, траєкторію його руху. У файлі зберігаються лише початкове зображення та рівняння траєкторії його руху, а всі проміжні кадри розраховуються під час відтворення. Цим Flash істотно відрізняється від звичайних комп'ютерних відеороликів, в яких кадри послідовно змінюють одне одного. Для збереження й передавання відеозаписів потрібні великі об'єми пам'яті та швидкісні канали зв'язку, тоді як файли Flash завантажуються з використанням ефективної потокової моделі та практично одразу стають доступними.

Для застосування засобів Flash бажано мати навички програмування. Але й не маючи таких навичок користувач комп'ютера може створювати досить ефективні анімаційні демонстрації у програмі PowerPoint. Ця програма містить велику бібліотеку стандартних геометричних фігур. Є інструментарій для їх масш-

табування та модифікування, а також рисування фігур довільної форми. Задаючи послідовність й частоту зміни слайдів, автор демонстрації створює анімаційний показ різних процесів та явищ. Налаштування анімації дозволяє задавати траєкторію переміщення об'єктів, демонстрацію розвитку процесу в динаміці з додаванням звукового супроводу. Приклад двовимірної анімації у PowerPoint демонструє рис. Д 1.4. При гармонійних коливаннях кульки відбуваються стискання та розтягування пружини й зміна величини та напрямку сили  $\vec{F}$ .

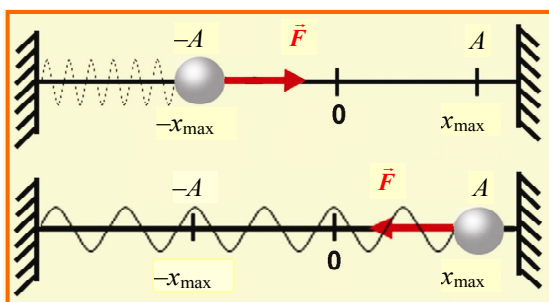


Рис. Д 1.4. Коливання пружинного маятника

### Д 1.2.2. Тривимірні анімації

Закономірним наслідком розвитку анімаційних технологій стало виникнення тривимірних анімацій (3D). Вони не тільки надають об'ємне зображення об'єктів, але дають можливість повертати їх і розглядати із різних боків. Тому студент може вивчати об'єкт і події у віртуальному просторі, наче в реальності. До того ж, сучасні 3D-анімації інтерактивні – вони відтворюють ситуацію відповідно до дій студента.

Таким чином, користуючись пакетами 3D-графіки, можна не тільки моделювати 3D-об'єкти, а й використовувати їх для інтерактивної взаємодії і віртуального занурення. На відміну від пасивного спостереження за реальністю, яка заздалегідь змодельована та запрограмована, студенту надається можливість стати безпосереднім учасником того, що відбувається на екрані, і взаємодіяти з об'єктами дослідження. Наприклад, при вивченні

природничих наук такі моделі дозволяють наочно демонструвати користувачу складні явища та об'єкти, брати безпосередню участь у віртуальних експериментах. Таке застосування інтерактивного 3D-моделювання в освіті являє найбільший інтерес при створенні електронних лабораторних робіт і тренажерів, додатків до електронних підручників.

Названі чудові властивості 3D-анімацій досягаються за рахунок суттєвого збільшення розмірів анімаційних файлів. Але це не має великого значення при застосуванні сучасної комп'ютерної техніки з великими швидкодією та об'ємом пам'яті.

3D-анімації створюють висококваліфіковані програмісти, оскільки така робота потребує застосування досить складних програмних продуктів. Існують як спеціалізовані (напр., архітектурні), так і універсальні програмні пакети 3D-моделювання різної складності. До пакету входять програмні середовища моделювання та рендерингу, бібліотеки об'єктів, допоміжні інструменти тощо. Розглянемо основні із цих складових докладніше.

**Програмні середовища моделювання** (Delcam Designer, ArtCAM тощо [1, 2]) дають можливість створювати або вибирати із вбудованих бібліотек моделі оригінальних об'єктів. Моделі відтворюють реальні об'єкти у спрощеному вигляді, але обов'язково зберігають ті їх властивості, які є визначальними для процесу, що демонструє анімація. Опис цих об'єктів-моделей зберігається в пам'яті комп'ютера, і за допомогою спеціальних програм вони можуть взаємодіяти між собою та видозмінюватися під зовнішнім впливом (напр., діяти за командами з клавіатури). Моделювання процесів при застосуванні об'єктів-примітивів становить основний метод 3D-графіки. Створення з примітивів об'єктів складної структури також відбувається за допомогою моделювання. Воно може бути винятково математичним, коли процес описується за допомогою формул, графічним з візуалізацією або включати кілька видів моделювання одночасно. Для розробки сцени подій у розвитку застосовують рендеринг.

**Рендеринг** – це процес формування кінцевого зображення з розробленої схематичної сцени. Опис сцени-моделі мовою програмного пакету має включати об'єкти (примітиви), явища, а також всі необхідні характеристики: віддаленість і кут зору спо-

стерігача, освітлення, геометричні розміри, параметри фізичних полів тощо. Зміни цих параметрів на якомусь з етапів створення анімації враховуються надалі в процесі рендерингу. Існують також параметри, які керують точністю рендерингу. Наприклад, в інтерактивному процесі моделювання (3DSMAX) і комп'ютерних іграх, де процес рендерингу відбувається в реальному часі, використовується спрощений (схематичний) рендеринг для досягнення частоти зміни зображень, комфортної для зору – 20-30 кадрів на секунду. При створенні художніх фільмів, складної анімації рендеринг одного кадру може тривати від кількох секунд до кількох годин. Програмні пакети 3D-графіки часто включають **програмне забезпечення процесу рендерингу**, але існують й окремі програми – рендери.

**Бібліотеки 3D-графіки** утворюють бази даних, в яких зберігаються записи об'єктів – примітивів, моделей явищ, текстур [3], допоміжні програмні інструменти тощо.

У табл. Д 1.1 надано перелік поширених програмних середовищ для створення 3D-анімацій і позначено їх особливості.

Програмні пакети верхньої половини таблиці – комерційні продукти, нижньої – безплатного користування. Позначка "●" означає наявність у пакеті засобів для:

- створення об'єктів-примітивів і моделювання явищ (Моделювання);
- введення до анімації інтерактивних елементів (Інтерактивність);
- забезпечення процесу рендерингу (Рендеринг).

Докладний опис програмних пакетів і технологій 3D-анімацій надано в [4–13].

Таблиця Д 1.1

	Моделювання	Інтерактивність	Рендеринг
Autodesk	●		●
3DSMax	●		●
Maya			●
Cinema 4D			●
Quest3D	●	●	
DX Studio v.1	●	●	
Wolfram Mathematica	●	●	

Blender		•	•
K-3D	•		
3D Editor	•		
3D Canvas	•		
Google SketchUp	•		•
Swift 3D	•	•	
DX Studio v.2	•	•	

### Д 1.2.3. Анімаційні тренажери

Тренажером називають навчальний засіб, за допомогою якого студент отримує навички, необхідні для подальшої роботи, наприклад *керування* (автомобілем, літаком, судном), *користування* (пристроями та приладами), *застосування* (комп'ютерної техніки, програмних засобів). Найпоширенішими є комп'ютерні тренажери. Їх змістовне наповнення здебільшого складають інтерактивні анімації. На рис. Д 1.5 показано анімаційний кадр тренажера з відпрацювання навичок швартування морського судна.



Рис. Д 1.5. Кадр інтерактивної анімації

Для наочності та реалістичного сприйняття ситуації у тренажері використовується 3D-графіка. Зображення змінюється, від-



повідно до дій студента: повороту штурвалу, команди на зміну швидкості тощо. Програмні середовища для створення анімацій такого типу наведені в табл. Д. 1.1.

Окремо зазначимо програмний засіб **Adobe Captivate** [14,15], який найбільш успішно застосовують для створення тренажерів, що навчають за принципом Роби як я. Спосіб використання цього принципу продемонстровано в п. 2.4.3 на прикладі підручника-тренажера користування програмою Word. Для навчання студента створюють анімаційний відеоряд з показом того, що треба робити для друкування тексту. Відеоряд складається з набору кадрів із зображенням інтерфейсу Word за послідовної зміни того, що має бачити студент при друкуванні: зміна положень курсору друку та миші, збільшення текстового фрагменту тощо. Для реалістичного відчуття подій треба, щоб відбувався показ не менш ніж 15 послідовних кадрів за секунду. Тобто, при створенні кожного кадру в ручному режимі (наприклад в середовищі Flash), необхідно витратити значні зусилля й час для отримання всього анімаційного відеоролика. Програмний засіб Adobe Captivate дає можливість значно полегшити роботу шляхом покadroвої фіксації дій тренера (викладача). Пояснимо це на прикладі створення того самого тренажера Word.

Викладач послідовно виконує дії, яким він хоче навчити студентів: друкує текст, редагує його та зберігає готовий документ. Програма Adobe Captivate відстежує зміни, що відбуваються на екрані монітора внаслідок маніпуляцій мишею, натискань клавіатури, виконання команд. У результаті формується анімаційний ряд із записом усіх дій викладача. Можуть бути використані такі режими запису: Автоматичний (*Automatic mode*), Ручний (*Manual Recording*), Запис відео (*Full Motion Recording*). Вибір режимів запису залежить від призначення навчальних матеріалів, що створюються.

У режимі Автоматичний можна створювати чотири різновиди матеріалів: Демонстрація (*Demonstration mode*), Моделювання (*Training Simulation mode*), Моделювання з оцінюванням (*Assessment Simulation mode*), Налаштування (*Custom mode*).

У навчальному матеріалі Демонстрація немає інтерактивних елементів. Студент може тільки спостерігати за тим, що відбувається на моніторі комп'ютера, наприклад при друкуванні тексту. Такий матеріал допомагає йому запам'ятати послідовність дій або функції елементів інтерфейсу. До демонстраційного ролика викладач може додати текстові та голосові коментарі, які допоможуть студенту в навчанні.

Матеріал, створений в режимі Моделювання, призначений для реалізації навчального принципу Роби як я. Спочатку студенту надається запис, зроблений у режимі Демонстрація, потім він має виконати вправу, в якій треба застосувати схожу послідовність дій. За помилок під час виконання вправи тренажер робить студенту зауваження й надає поради. На цьому етапі можна використати засоби Adobe Captivate для управління навчанням. Наприклад, настроїти тренажер так, щоб перехід до вивчення подальшого матеріалу міг відбуватися тільки після того, як студент безпомилково виконає вправу попереднього розділу. Можна ввести обмеження на кількість спроб виконання вправи.

Ще докладніше відстежується успішність навчання при застосуванні матеріалів, які зроблені в режимі Моделювання з оцінюванням. У цьому режимі програма дає оцінку роботи студента на основі врахування кількостей помилок і спроб при виконанні вправи, відповідей на контрольні запитання. Налаштування навчальних матеріалів виконується викладачем в режимі Налаштування.

Режим запису Ручний використовується автором навчального матеріалу, якщо йому не треба мати безперервний потік кадрів. Він створює матеріал тільки із тих кадрів, які містять принципово важливу інформацію. Це дає змогу уникнути розпорошення уваги студента й зробити наголос на найважливіших етапах послідовності дій.

У режимі Запис відео записуються на відеоролик усі дії викладача в режимі реального часу. Використання такого запису є доцільним для демонстрації складних процедур, наприклад рисування. Зауважимо, що Запис відео значно збільшує обсяг навчальних матеріалів.

Комп'ютерна програма Adobe Captivate може бути застосована й для створення інших електронних навчальних ресурсів: мультимедійних демонстрацій, презентацій (зокрема, конвертування презентацій Microsoft PowerPoint у формат Adobe Flash). У програмі є ефективні засоби для тестових перевірок засвоєння навчального матеріалу студентами. Робота з Adobe Captivate не потребує від користувачів навичок програмування.

### **Д 1.3. Відео- та аудіозаписи**

Відео- та аудіоматеріали дають можливість значно підвищити інформативність навчального матеріалу завдяки його образному представленню та збільшенню наочності. Вони підключають візуальну, слухову, емоційну пам'ять студента для застосування отриманих знань у подальшому. Призначення й місце цих допоміжних засобів в електронних навчальних матеріалах визначає автор.

#### **Д 1.3.1. Відеоматеріали**

Сценарій і режисуру відеофільму розробляє автор ЕНМ. Для створення якісних відеофільмів необхідна спеціальна студія з відповідною апаратурою та персоналом. Автор підручника звичайно не може розраховувати на залучення такої студії для зйомок фільмів за власним сценарієм. Тому в ЕНМ часто вставляють фрагменти готових відеофільмів. З них також можуть бути зроблені відеокліпи, які дають можливість наочно демонструвати явища як у звичайному, так і в прискореному чи уповільненому режимі. Реальним джерелом отримання власних відеоматеріалів є зйомки на відеокамеру лекційних демонстрацій чи навіть лекцій повністю. Приклади таких матеріалів подано в п. 2.1.2.

#### **Д 1.3.2. Аудіоматеріали**

В деяких спеціалізованих електронних підручниках може бути достатньо *аудіоінформації*. Наприклад в підручнику для вив-

чення іноземних мов звуковий супровід необхідний для відпрацювання лексичних і фонетичних особливостей мови. Звукові демонстрації застосовують і в підручниках з музичних, медичних та інших спеціальностей.

Запис звуку виконують у цифровому форматі WAV (англ. waveform audio format) для зберігання мультимедійних ресурсів у нестиснутому вигляді. Надалі ці файли можна оптимізувати для того, щоб необхідна якість звуку передавалась за їх мінімальних розмірів. Зрозуміло, що якість звукового відтворення музичного твору має суттєво відрізнятись від необхідної для звичайного голосового супроводу тексту. Один із перших популярних засобів оптимізації звукових файлів базується на застосуванні формату стиснення звукових даних MP3 (англ. Moving Picture Layer3). Він був впроваджений як частина відеоформатів MPEG1, MPEG2, MPEG4 (Moving Picture Experts Group).

Високий ступінь стиснення даних в MP3 досягається за рахунок досить складного алгоритму кодування. Потік звуку при кодуванні розбивається на однакові ділянки (фрейми). Кожний фрейм кодується окремо зі своїми параметрами й містить заголовок, у якому вказані ці параметри. Використовуються як математичні методи компресії, так і психоакустичні моделі особливостей людського слуху: ефект маскуванню слабкого звуку однієї частоти більш гучним звуком такої самої або сусідньої частоти, зниження чутливості слуху до тихого звуку відразу після гучного, несприйнятливості до звуків нижче від певного рівня гучності. Стиснення даних може бути виконане з різною якістю й відповідно розміром кінцевого файла. Ступінь стиснення характеризується дискретизацією – кількістю переданої за одиницю часу інформації. Файли MP3 звичайно кодуються з дискретизацією від 64 до 320 кілобіт у секунду, а також зі змінним ступенем дискретизації (VBR-Variable Bit Rate). Можна виділити такі позитивні особливості формату MP3:

- висока ступінь стиснення за прийнятної якості звуку;
- ступінь стиснення та якість запису звуку може регулюватися користувачем;
- фреймова структура запису зручна для передавання мережею й дозволяє перехід до будь-якого місця звукового файла.

## **Додаток 2**

### **Спеціалізовані програмні середовища для створення електронних навчальних матеріалів (ЕНМ)**

#### **Д 2.1. Програмні продукти корпорації Adobe Systems**

Корпорація Adobe Systems має світове визнання як виробник комп'ютерних програм для створення мультимедійних навчальних матеріалів. Частина цих програм була розроблена фірмою Macromedia Inc. [16]. Але, оскільки в 2005 р. фірма увійшла до складу корпорації, усі її розробки зараз відомі під брендом Adobe [17].

**eLearning Suite** позиціонується фірмою як універсальний набір засобів для створення ЕНМ будь-якого рівня складності. До набору входять Dreamweaver, Flash Professional, Authorware. Ці програмні продукти, створені незалежно один від одного, спочатку існували як окремі програми. З часом з'ясувалось, що найкращі результати в створенні ЕНМ розробники досягають при сумісному застосуванні цих програм. Тому вони були інтегровані до одного програмного пакету eLearning Suite із впровадженням єдиної концепції інтерфейсу [18].

**Dreamweaver** [19] застосовують як візуальний редактор для створення веб-сайтів. Середовище підтримує необхідні технології для розробки складних веб-орієнтованих систем: CSS, SSI, XML, JavaScript. Однак найцікавішими для онлайн-навчання є засоби створення програм з використанням серверних мов ASP, ASP.NET, ColdFusion Markup Language (CFML), JSP й PHP. Dreamweaver знаходить успішне застосування для створення підручників у форматі HTML.

Для середовища Dreamweaver розроблено програмні доповнення Learning Extensions, які розширюють засоби для створення ЕНМ. Найбільш відоме з них – CourseBuilder [20]. Цей модуль має засоби не тільки для подання навчальних матеріалів,

але й інструментарій для створення тестів і проведення тестування рівня засвоєння матеріалу. Після обробки результатів тестування програма формує звіт із даними про:

- кількість правильних і неправильних відповідей;
- кількість спроб виконання тесту;
- час відповіді на окремі запитання;
- час виконання всього тесту;
- кінцеву оцінку в балах чи відсотках;

Ці дані можуть бути переслані до системи управління навчанням для проведення трекінгу [21] або спрямовані для зберігання у базах даних Microsoft Access, SQL Server або Oracle.

З метою спрощення процесу підключення й видалення програмних компонентів, що розширюють базову функціональність своїх продуктів, був розроблений Extension Manager.

Сферою застосування **Flash** [22, 23] спочатку була векторна анімація, однак програма виявилася настільки зручною та універсальною, що межі її застосування розширилися до створення інтерактивних мультимедійних презентацій. Цей програмний продукт ефективно використовують кваліфіковані програмісти для побудови ЕНМ загалом.

Середовище Flash пропонує розширений набір інструментів для створення й редагування графіки, підтримує імпорт великої кількості медіаформатів, надає потужну об'єктно-орієнтовану скриптову мову. У Flash використовують так звані компоненти – окремі блоки програмного коду з регульованими параметрами. Компонентом можна зробити як простий графічний символ, так і важливий вузол підручника, наприклад пошукову систему або тестовий блок. Компоненти істотно прискорюють і спрощують розробку інтерактивних додатків. Для використання компонента не потрібно знань про його внутрішню структуру, важливо лише правильне заповнення полів значень його параметрів. Отже, при правильній організації роботи збирання підручника з готових блоків (компонентів) можуть виконувати навіть некваліфіковані розробники. Існує можливість створення власних компонентів. На сьогодні утворилося численне Flash-товариство, результатом роботи якого є велика кількість готових компонентів, що розпов-

сюджуються безкоштовно та дають змогу підвищити функціональність Flash-програм. Використання компонентів дозволяє автоматизувати процес створення електронного підручника й звести трудові витрати до мінімуму.

У Flash Professional вбудовані засоби для створення тестів, зокрема шаблон для побудови тесту (*quiz*) із шістьма типами питань і трьома варіантами графічного оформлення. У процесі виконання тесту відбувається збирання інформації (*tracking data*) про хід тестування. Передбачено кілька механізмів передавання результатів тестування у системах управління навчанням.

Розгляд способів застосування Flash для створення анімацій наведено в додатку 1.

Програму **Authorware** з моменту появи захищували до категорії авторських інструментів (*authoring tools*) для самостійного створення авторами навчальних курсів. Але внаслідок високої складності користування Authorware програма не набула великого розповсюдження. Згодом, коли стало зрозуміло, що для створення ЕНМ високого рівня необхідна спільна робота автора з кваліфікованим програмістом [24], програмне середовище Authorware знайшло своє застосування.

В основу візуального середовища розробки електронних підручників Authorware закладена концепція модульної побудови. Такий підхід спрощує розробку складних електронних підручників. Середовище дозволяє одержувати готові ЕНМ у вигляді EXE-файла, або скомпільовані для Інтернет. У другому випадку для перегляду матеріалів у браузері Internet Explorer потрібний програмний засіб Authorware web-player.

Існуючий механізм визначених об'єктів (Knowledge Objects) дозволяє створювати фрагменти навчального курсу у вигляді самостійних закритих об'єктів, настроювання яких здійснюється за допомогою майстра. Існує достатня кількість вбудованих визначених об'єктів, а також багато платних і безплатних розробок, доступних в Інтернет. Важливою функцією, що полегшує розробку курсу, є модулі – сукупності взаємозв'язаних кадрів,

що зберігаються в спеціальній бібліотеці. Вони дозволяють уникнути повторного проектування частин курсу.

Середовище має досить потужну скриптову мову, однак при створенні курсу можна цілком обійтися вбудованими шаблонами й визначеними об'єктами.

Програмний пакет Authorware дістав сертифікат на відповідність стандарту AICC. Також існує підтримка стандарту SCORM на рівні передавання даних та опису елементів навчального курсу мовою XML.

**ColdFusion** є мовою веб-програмування, що застосовується в основному для створення складних веб-систем для підтримки бізнесу й електронної комерції [25]. Однак існує можливість застосування ColdFusion і для електронного навчання, зокрема створення СУН.

ColdFusion містить сервер ColdFusion Server, а також засіб розробки ColdFusion Studio. Засоби створення сторінок ColdFusion включені також до Dreamweaver. ColdFusion є багатоплатформеним середовищем. На даний момент воно працює в операційних системах Microsoft Windows /NT/XP, RedHat Linux 6.2-7.3 (SuSe Linux 7.2,7.3), Solaris 7,8, HP-UX 11.00.

ColdFusion здійснює можливість взаємодії з базами даних (Sybase, Oracle, MySQL, SQL або Access). Для забезпечення доступу до баз даних ColdFusion можна використати цілий спектр популярних засобів, таких як ODBC, OLE DB, JDBC.

Сервер ColdFusion дозволяє програмі взаємодіяти із зовнішніми системами через інтерфейси COM, CORBA, працювати з Java-класами. SDK, що поставляється з ColdFusion Server, в основному забезпечує обмін даними між програмами, створеними за допомогою ColdFusion та C++/Java.

Існує вбудована функція динамічної генерації діаграм, що дозволяє одержувати різноманітні діаграми у форматах JPEG, PNG або Flash. Це дає можливість робити звіти, які генерує СУН, більш інформативними, наочними й привабливими.

ColdFusion підтримує роботу на багатопроцесорних машинах і дозволяє створити СУН, що може бути запущена на кількох



серверах. У такий спосіб збільшення кількості студентів не позначиться на працездатності системи.

За допомогою ColdFusion можливо створити функціональні елементи СУН: форми запитів, стрічки новин, поштовий клієнт, ftp-клієнт, online-календар, чат, форум. У середовище також наявні засоби пошуку даних, збирання й передавання трекінгової інформації, забезпечення безпеки веб-сторінок, доступу до файлової системи сервера.

Передавання даних із ColdFusion до інших продуктів Adobe, які використовуються при створенні ЕНМ, не становить складності. Технологія Flash Remoting надає Flash-програмі доступ до компонентів ColdFusion, Java-об'єктів, дає можливість обмінюватися XML-даними з віддаленими сервісами ColdFusion. У Dreamweaver існує панель інструментів для мови CFML, що дозволяє швидко вставляти теги мови до документу. Використання ColdFusion як засобу створення СУН, а Flash й Dreamweaver – як інструментів для створення ЕНМ технологічно виправдано. Це дає можливість уникнути проблем сумісності, а також прискорює процес розробки й налагодження ЕНМ.

**Adobe Connect** – програмна оболонка (раніше відома як Breeze) [26] має засоби не тільки для створення електронних навчальних матеріалів, а й для виконання практично всіх важливих функцій системи управління навчанням (СУН). Ці засоби розподілені трьома модулями оболонки: Adobe Connect Training, Adobe Connect Meeting, Connect Pro Events.

У модулі **Adobe Connect Training** зосереджено два програмні пакети, призначені для створення ЕНМ і їх використання при проведенні навчання.

Перший програмний пакет складається з низки засобів для швидкого створення інтерактивних курсів, з використанням шаблонів і бібліотеки матеріалів. За допомогою шаблонів викладач може створювати електронні підручники, лекційні презентації, тестові завдання, не володіючи навичками програмування. Є можливість доповнювати дистанційні лекції мультимедійними демонстраціями та віртуальними симуляторами. Підтримується імпорт навчальних матеріалів форматів: \*.ppt, \*.pps, \*.flv, \*.swf, \*.jpg. тощо.

Друга частина програмного забезпечення модуля призначена для виконання основних функцій СУН, що необхідні для роботи викладача й студентів під час навчального процесу.

Викладач організовує та проводить електронне навчання в он-лайн- та офлайн-режимах. Він задає послідовність вивчення навчальних матеріалів, проводить консультації, оцінює ступінь сприйняття матеріалу студентами за допомогою тестів, контролює присутність студентів на заняттях та відстежує хід навчання.

Студент опрацьовує навчальну програму та складає звіти за результатами різних форм його роботи. Знайомлячись зі звітами викладач може вносити корективи до ходу навчання та вмісту навчальних матеріалів. Навчальні курси можна записувати та поширювати мережею для їх повторювання під час самостійного опрацювання. Студент завантажує необхідні файли та переглядає мультимедійні матеріали, спілкується з викладачем у реальному часі. Спілкування відбувається за допомогою чату, голосу та інших інтерактивних форм передавання даних середовища Adobe Connect. На рис. Д 2.1 показано типовий вигляд інтерфейсу, який бачить студент під час інтерактивного заняття: це спілкування в чаті під час лекції із використання програмної оболонки Wolfram Mathematica [27].

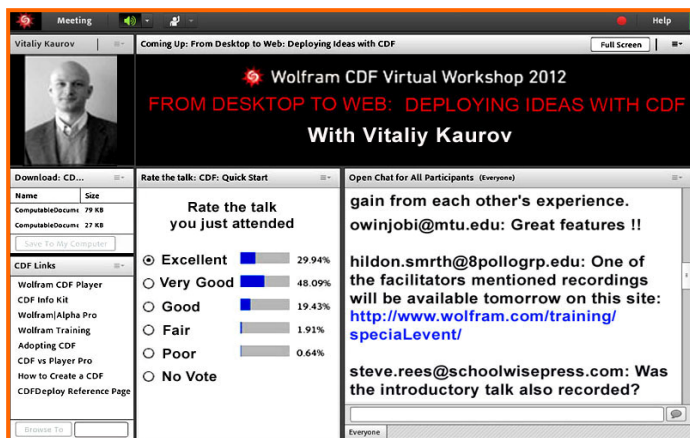


Рис. Д 2.1. Інтерфейс взаємодії учасників навчального процесу у середовищі Adobe Connect

Студент може бачити викладача, що проводить заняття, назви загальної теми та її розділів. У вікні ліворуч розташовані гіперпосилання на матеріали, необхідні для вивчення теми. Праве вікно призначене для проведення обговорення матеріалів в чаті. У центральному вікні наведено статистику інтерактивного опитування студентів про їх ставлення до зрозумілості надання матеріалу викладачем.

Модуль **Adobe Connect Meeting** є засобом для організації і проведення web-конференцій, презентацій і тренінгів у режимі реального часу. Для їх проведення викладач створює віртуальні аудиторії, в яких студенти можуть обмінюватися аудіо- і відеоінформацією, переглядати та завантажувати навчальні матеріали, а спільно використовувати файли та інтерактивну дошку.

Викладач може проводити опитування студентів, надавати їм слово, а студенти – повідомляти про своє бажання висловитися. Порядок проведення зібрань у віртуальній аудиторії визначається рольовою функцією користувача (організатор, доповідач, учасник). Створена віртуальна аудиторія та її навчальний вміст можуть зберігатися на сервері для подальшого використання.

Модуль **Connect Pro Events** – засіб, який фактично виконує функції електронного деканату. За його допомогою надаються повідомлення, відбувається реєстрація, ведеться звітність і публікуються навчальні матеріали. У ньому відбувається формування розкладів занять і запис на них студентів. Модуль також має засоби для організації й управління навчальними заходами, такими як збори, віртуальні класи, тренінги тощо.

Програмна оболонка Adobe Connect заснована на мультимедійній технології Adobe Flash. Тому для роботи студента з навчальними матеріалами через стандартний Інтернет-браузер необхідний спеціальний програмний додаток (plugin). Із цим не виникає ускладнень, оскільки він автоматично встановлюється на комп'ютерах, підключених до Internet.

Adobe Connect підтримує стандарти дистанційного навчання SCORM й AICC. ЕНМ, створені в Adobe Connect, можна використати в СУН, які підтримують передавання даних у цих стандартах.

Завдяки простоті використання, а також тісній інтеграції з Microsoft PowerPoint [28] ця програма набула великої популярності.

## Д 2.2. Програмні розробки фірми SumTotal

**Toolbook instructor** – комерційний програмний пакет для створення електронних підручників [29]. Підручники, створені в Toolbook instructor, можна готувати у вигляді CD-додатків (*off-line*) і варіантів для використання в мережі (*on-line*).

Електронний підручник, створений в Toolbook instructor, складається з файлів, що називаються книгами. Книги можна впорядковувати для створення курсу, об'єднувати за допомогою гіперпосилань для послідовного перегляду, або за іншими правилами. Наприклад, одна книга може бути глосарієм для іншої. В електронному підручнику Toolbook instructor кожен слайд являє собою окрему сторінку. Сторінки містять елементи, що визначають вигляд і функціонування електронного підручника, – кнопки, графіку, текст, мультимедіа. Сторінки можна розташовувати в будь-якому порядку, що визначає шлях для навігації і підходить для зручного подання матеріалу. Основою сторінки є фонові заставки (задній план). Сторінки можуть мати спільні фонові заставки, яких в підручнику може бути декілька. Розташування об'єктів на фонових заставках дозволяє підтримувати послідовний макет підручника.

Toolbook instructor дає можливість створювати підручники, використовуючи Action Editor і мову програмування Open Script. При цьому розробникам не обов'язково знати програмування, достатньо використовувати готові шаблони та об'єкти з каталогу. Об'єктами є всі візуальні елементи підручника – кнопки, текст, графіка, сторінки, фон. Редактор Toolbook instructor має інструменти: *для створення графічних об'єктів* – криві лінії, геометричні фігури; *для вставлення функціональних об'єктів* – кнопки, стрілки. Об'єкти можна об'єднувати до груп для одночасного редагування в межах підручника. Toolbook instructor містить значну кількість готових шаблонів, що створюють базу

основу для електронного підручника, включаючи організацію сторінок, графічне оформлення, інтерактивні об'єкти та елементи навігації. До шаблонів автор монтує змістовний матеріал. Їх можна змінювати довільно; оформлювати, відповідно до заданих вимог; додавати чи вилучати сторінки, змінювати їх порядок; замінювати ілюстрації.

Toolbook instructor дає можливість створювати динамічні сторінки, включати до матеріалів лекцій інтерактивні матеріали та елементи мультимедіа (графіка, звук, відео), підготовлені іншими програмними засобами.

**Open Script** – мова програмування, що визначає порядок появи об'єктів та їх поведінку в динаміці. Сценарій Open Script може контролювати дії, що відбуваються при натисканні кнопок мишки, переході на іншу сторінку, використанні списку вибору.

**Action Editor** – візуальний інструмент Toolbook instructor, який можна використовувати для створення складних інтерактивних курсів без використання мови програмування Open Script. За допомогою Action Editor можна задавати порядок подання контенту, використовувати різні форми введення даних, показу сторінок та автоматично експортувати в DHTML.

В Toolbook instructor можуть бути застосовані такі Windows-технології, як Active X, OLE, ActiveX Data Objects.

Недоліками є те, що електронні навчальні матеріали, створені в Toolbook instructor, підтримують лише такі Internet-браузери, як Internet Explorer і Netscape Navigator. Крім того, Toolbook instructor не містить власних програмних засобів для створення графіки, звуку та відео. Для функціонування електронного підручника треба застосовувати додаткові прикладні програми такі, як MediaPlayer, Flashplayer тощо.

### **Д 2.3. Особливості застосування програмних середовищ**

Електронні навчальні матеріали, створені в розглянутих вище середовищах, відрізняються не тільки за способами подання нав-

чальних матеріалів. Різниця є також у відмінностях деяких важливих характеристик:

- відповідність міжнародним стандартам ЕНМ, що створені у середовищі;
- способи доставки електронних навчальних матеріалів до користувача;

З розгляду пояснювальних матеріалів, які супроводжують програмні забезпечення, випливає, що наведені середовища створені, відповідно до тісно пов'язаних стандартів SCORM, IMS, AICC, ADL (додаток 3). Тому ЕНМ, створені в цих середовищах, можуть бути використані в тих системах управління навчанням, які відповідають цим стандартам.

Способи доставки ЕНМ: через Інтернет (WWW); локальною комп'ютерною мережею навчального закладу (LAN); компакт-диски (CD).

Для отримання ЕНМ через Інтернет необхідно, щоб на комп'ютері користувача було встановлено спеціалізований програмний додаток (*plugin*) до браузера, для користування ЕНМ. Важливо, що в переважній більшості веб-браузерів уже встановлено програмну надбудову Flash-plugin, що дозволяє користуватися навчальними Flash-матеріалами без застосування СУН.

### **Додаток 3**

## **Міжнародні стандарти електронних навчальних матеріалів і систем управління навчанням**

Створення електронних навчальних матеріалів і розробка нових систем управління навчанням постійно відбуваються в різних організаціях по всьому світу. Для того, щоб усі напрацювання (попередні й нові) допускали спільне використання, необхідно при їх виготовленні дотримуватись загальноприйнятих стандартів. Міжнародні стандарти регламентують структуру й програмні рішення засобів взаємодії між електронними навчальними матеріалами та системами управління навчанням [30]. Стандартизовані ЕНМ і СУН дають можливість застосовувати не тільки власні розробки освітніх закладів, але й великий обсяг навчальних матеріалів інших організацій. Таким чином, стандартизація є ключовим моментом при формуванні світового навчального простору.

### **Д 3.1. Міжнародні організації – розробники стандартів**

Проблеми уніфікації архітектури навчальних систем, засобів управління навчальним процесом, структур і форматів даних для подання навчальних матеріалів розробляють кілька організацій. Наведемо найбільш відомі та визнані у світі.

**Міжнародна організація AICC** (*Aviation Industry CBT Committee*) заснована 1988 р. Вона займається розробкою специфікацій для впровадження засобів комп'ютерних технологій до навчання – СВТ (*Computer-Based Training*) в авіаційній промисловості [31]. Основні результати AICC отримані при створенні стандартів, що регламентують взаємодію СУН із навчальними матеріалами та структуру самих матеріалів. Не дивно, що питання про розробку стандартів СУН першим постало в

авіації – технічній області, що вимагає високої відповідальності й чіткості взаємодії.

**Освітній консорціум IMS** (*Instructional Management System Global Learning Consortium Inc.*) [32]. Консорціум засновано 1997 р. для розробки та впровадження стандартів в електронну освіту. До консорціуму входять університети й провідні промислові компанії у сфері інформаційних технологій. Стандарти організації IMS визначають ідентифікатори (теги), які уніфікують опис навчальних матеріалів (за аналогією із книжковими кодами ISBN) для спрощеного пошуку та класифікації електронного контенту. В IMS розроблено стандарти службової інформації, що супроводжує навчальні матеріали, і стандартизовано засоби тестування знань. Організації, що займаються стандартизацією, співпрацюють. Консорціум IMS Project є членом комітету AICC.

**Комітетом стандартизації у галузі технологій навчання LTSC** (*Learning Technology Standards Committee*) в інституті IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) розроблено моделі архітектури системи управління навчанням, а також протоколи обміну даними IEEE LTSC [33].

**Департамент міністерства оборони США – ADL** (*Advanced Distributed Learning*) створено 1997 р. за участі мережі американських вищих навчальних закладів [34]. Його основне завдання – розвиток стратегії використання інформаційних технологій модернізації освіти та створення стандартів електронного навчання. Результатом роботи департаменту є стандарт SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*) – модель інтеграції спільно використовуваних навчальних об'єктів. Модель побудовано шляхом об'єднання кращих результатів організацій, розглянутих вище. Наразі SCORM є основним стандартом у сфері електронної освіти, тому зупинимось на ньому детальніше.



## Д 3.2. Складові стандарту SCORM

Стандарт SCORM включає основні складові:

- Content Aggregation Model – визначає структуру та правила створення електронних навчальних матеріалів;
- Run-time Environment – визначає механізми взаємодії електронних навчальних матеріалів із системою управління навчанням.
- Sequencing and Navigation – стандартизує та впорядковує сумісне використання електронних навчальних матеріалів і їх надання користувачу.

Розглянемо призначення цих складових.

### Д 3.2.1. Content Aggregation Model (CAM)

Важливою особливістю моделі SCORM є те, що в ній пропонується створювати електронні навчальні матеріали як композицію елементарних інформаційних об'єктів – *assets* [35]. Asset є окремою інформаційною цеглинкою для відображення будь-якого виду інформації – тексту (HTML), графічних зображень (JPEG, GIF), демонстрацій (Flash Object) тощо. Приклади елементарних інформаційних об'єктів показано на рис. Д 3.1.

Asset може складатися з одного або кількох файлів. Проте він зберігається як один неподільний об'єкт в окремій базі даних – репозитарії. Звідси їх викликають для створення будь-якого ЕНМ. Assets можна використовувати багаторазово в різних навчальних курсах.

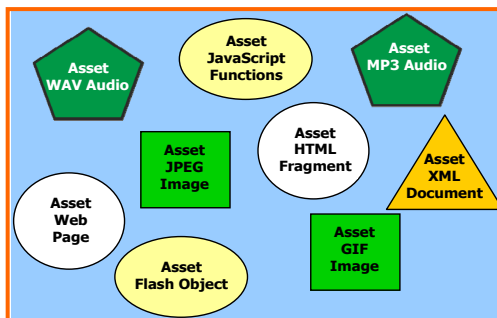
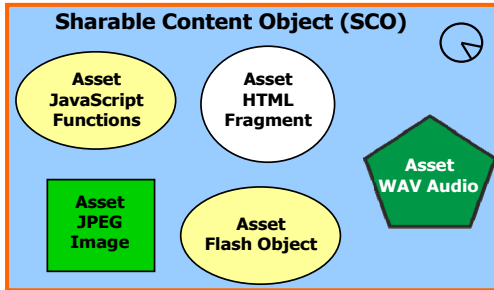


Рис. Д.3.1. Елементарні інформаційні об'єкти Asset

Разом з Assets застосовують інтегровані інформаційні об'єкти SCO (*Sharable Content Object*), які вміщують кілька елементарних



**Рис. Д 3.2. Інтегрований інформаційний об'єкт SCO**

об'єктів. Якщо Assets є аналогією цеглинки, то SCO підходить аналогія будівельного блоку, що об'єднує тематично пов'язані елементарні об'єкти різного типу (текст, графіка, анімація, аудіо, відео) з метою подальшого використання в різних ЕНМ (рис. Д 3.2).

Створення електронного навчального матеріалу з багаторазово використовуваних об'єктів виконується згідно із CAM (*Content Aggregation Model*). Це відбувається шляхом призначення директив для ідентифікації та об'єднання інформаційних ресурсів до структурованого навчального матеріалу [35].

Для ідентифікації елементарних навчальних об'єктів (Assets, SCO) використовують набір метаданих (*Metadata Dictionary*), за допомогою яких описують призначення та тип вмісту модуля (Asset, SCO), відомості про авторів, вимоги до технічної платформи тощо. Ця частина CAM запозичена зі специфікацій IEEE.

Для об'єднання інформаційних об'єктів в електронному навчальному матеріалі в моделі CAM використовують такі специфікації:

- Content Packaging – містить дані про способи об'єднання об'єктів у навчальні посібники. При цьому кожен сформований елемент автоматично одержує унікальний ідентифікатор. Специфікація створена на базі IMS Content Packaging Specification;

- CSF (*Course Structure Format*) містять XML-дані з інформацією про структуру електронного навчального матеріалу. За допомогою CSF подається структура навчального курсу та визначаються елементи й зовнішні посилання, необхідні для сумісної взаємодії матеріалів у межах концепцій IMS, IEEE та AICC. CSF базується на моделі AICC Content Model.

Таким чином, SCORM Content Aggregation Model призначено для стандартизації засобів створення електронних навчальних

матеріалів (e-content) шляхом об'єднання об'єктів навчального контенту. Цей засіб визначає, яким чином навчальний контент може бути описаний, розпізнаний в електронному депозитарії, зібраний до курсу і перенесений до системи управління навчанням СУН.

Створення електронних навчальних матеріалів, відповідно до моделі SAM у стандарті SCORM, має такі позитивні властивості:

- доступність (Accessibility) – можливість знаходити та одержувати доступ до навчальних об'єктів у різних депозитаріях;
- сумісність (Interoperability) – можливість використовувати навчальні об'єкти, розміщені в різних місцях, створені різними програмними засобами та на різних платформах;
- довговічність (Durability) – здатність функціонувати без переробки внутрішньої структури навчального об'єкта при зміні програмного забезпечення;
- багаторазове використання (Reusability): здатність використовувати навчальні об'єкти в різному контексті і в багатьох навчальних курсах.

### **Д 3.2.2. Run-time Environment**

Складова Run-time Environment містить директиви для початку роботи з навчальним матеріалом та передавання даних, якими можуть обмінюватися СУН та ЕНМ у процесі їхнього використання [36]. Схему обміну даними зображено на рис. Д 3.3.

На рисунку СУН (*Learning Management System – LMS*) і система Run-time Environment показано окремими блоками. Блок Run-time Environment відповідає за збереження навчальних матеріалів SCO та оперування ними. Обмін даними між блоками відбувається через модуль API (*Application Program Interface*) – інтерфейс програми запитів. Він передає в СУН інформацію про стан, в якому перебуває навчальний ресурс (SCO) на момент передавання даних: ініціалізація, зупинка, помилка тощо. Через цей самий блок відбувається передавання даних трекінгу (отримані бали, час вивчення тощо).

Схематичний вигляд модуля API Adapter і функції програмного інтерфейсу демонструє рис. Д 3.4.

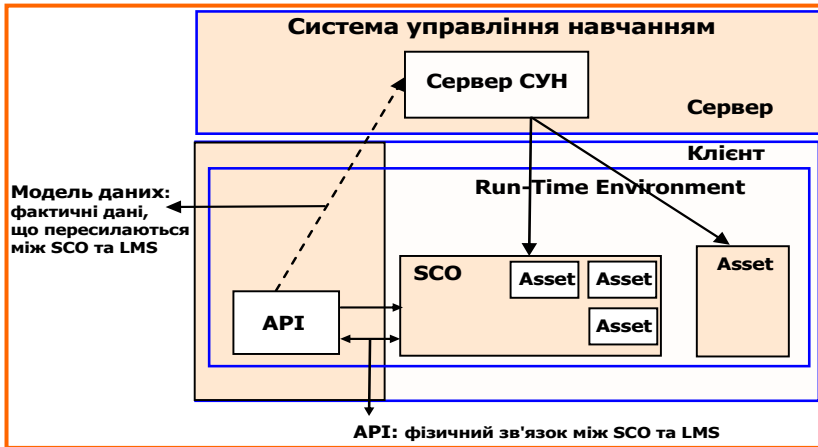


Рис. Д 3.3. СУН і система збереження та оперування електронними навчальними матеріалами (Run-time Environment)

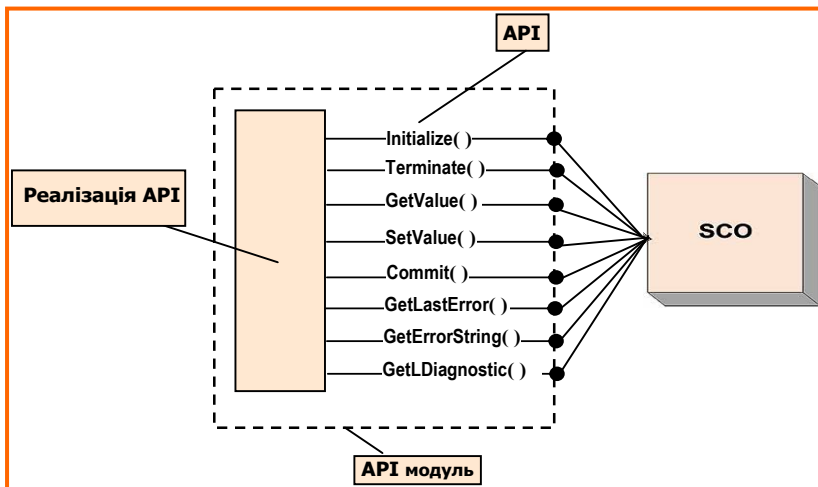


Рис. Д 3.4. Функції API-модуля

Функції API Adapter можна поділити на групи:

- організація спільної роботи блоків СУН і SCO (Execution State). API задає режим роботи СУН для організації початку (Initialize) або завершення роботи (Terminate);

- передавання даних (Data Transfer) між SCO та СУН: отримання даних (Get Value), накопичення даних (Set Value) та збереження даних (Commit);

- управління та діагностика (State Management): пошук (Get Last Error) і повідомлення про помилку (Get Error String), діагностика помилок (Get Diagnostic) при передаванні даних.

Складова Run-time Environment містить такі компоненти:

- Launch – початок роботи з контентом, за допомогою якого СУН запускає навчальні ресурси та визначає процедури взаємодії з ними. Протоколи взаємодії стандартизовані шляхом використання API;

- Data Model – модель даних – стандартний набір елементів даних, що використовуються для опису SCO та призначених для їх розпізнавання СУН. Ці елементи є стандартизованими для СУН і SCO. Навчальний контент і СУН використовують тільки визначені елементи даних для запуску, передавання даних, відстеження результатів вивчення матеріалу.

### **Д 3.2.3. Sequencing and Navigation**

Складова Sequencing and Navigation базується на специфікації Simple Sequencing від IMS, визначає порядок і послідовність надання SCORM сумісного контенту, залежно від дій студента, викладача або системних подій, що відбуваються в СУН [37]. Функції Sequencing and Navigation базуються на специфікаціях:

- Activity Tree – опис структури курсу у вигляді дерева;
- Learning Activities – надання змістовно закінченого блоку навчального матеріалу;

- Sequencing Information – інформація про порядок надання навчальних ресурсів;

- Navigation Information – опис навігаційних варіантів надання навчальних ресурсів;

- Navigation Data Model – опис моделі даних, що використовується для обміну навігаційними запитами між навчальним об'єктом та СУН.

Специфікації Sequencing and Navigation описують динамічну послідовність надання навчальних матеріалів. На базі аналізу результатів роботи студента СУН визначає наступний інформаційний блок, який буде надано. Також можуть бути задані умови закінчення роботи над навчальним модулем і переходом до наступного. Наприклад, є засіб призначення граничної кількості балів модульного тестування, яка достатня для переходу до наступного модуля. Якщо студент не набрав достатньої кількості балів, система повертає його до повторного вивчення теми.

### Д 3.3. Взаємодія між стандартизованими компонентами СУН

Зв'язки між компонентами та сервісами СУН у стандарті SCORM показано на рис. Д 3.5.

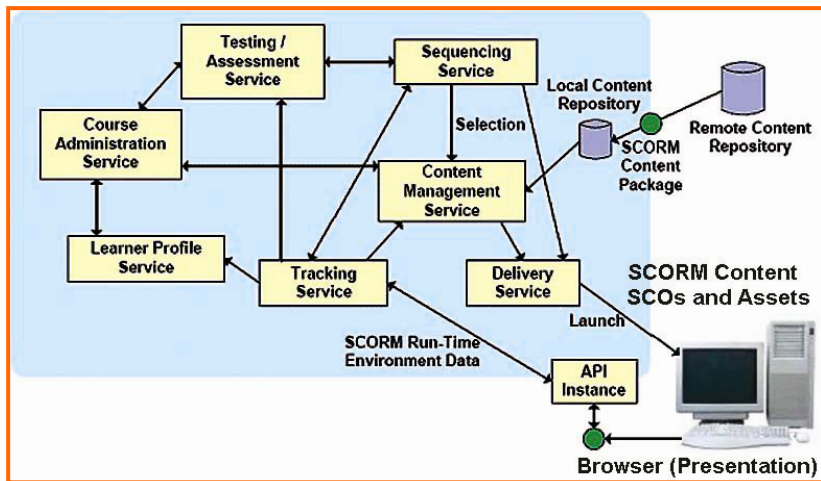


Рис. Д 3.5. Зв'язки між компонентами та сервісами СУН у стандарті SCORM

На рисунку назви блоків і команд надані в оригінальному для стандарту SCORM вигляді. Розглянемо їх призначення разом з перекладом назв. Назви сформульовані так, що розкривають функції блоків і логіку їх зв'язків у системі управління навчан-

ням (LMS). Покажемо це на прикладі блоку Tracking Service (обслуговування трекінгу).

Згідно з назвою блок призначено для моніторингу роботи студента та аналізу результатів тестувань. Він ініціює трекінг подачею команди до блоку Testing Assessment Service (обслуговування системи тестування) для проведення тестування рівня знань студента. Результати тестування надходять до блоку Sequencing Service (обслуговування узгодження інформаційних потоків), а з нього, разом з іншою інформацією про навчальну роботу студента (кількість і час звертань студента до навчальних матеріалів, тривалість його роботи при кожному підключенні, обсяг опрацьованого матеріалу), направляються в блок Tracking Service. Звідси інформація надходить до трьох блоків:

- Learner Profiles Service (обслуговування особової справи), де розташовані особові дані студента та звітні відомості з результатами його роботи;

- Content Management Service (управління вивченням навчального матеріалу), що надає дозвіл на подальше вивчення курсу за наявності позитивних результатів тестування;

- API Adapter (обмін даними між LMS і SCO) для відображення результатів трекінгу в системі управління навчанням.

Завершаючи огляд структури та призначення стандарту SCORM, можна зробити висновок про його універсальність. Стандарт регламентує специфічну модель створення електронних навчальних матеріалів (SCO), задає структуру СУН, формалізує засоби й порядок обміну даними між навчальними матеріалами та СУН. Але, слід зазначити, що **при впровадженні стандартів в електронні засоби навчання не обов'язково догматично використовувати разом усі компоненти моделі SCORM**. Наприклад, не варто створювати підручники за принципом компонування навчального матеріалу з окремих об'єктів багаторазового використання. Це може бути зручним при створенні підручників, в яких багаторазове використання об'єктів є доцільним (географічні карти, формули, типові схеми). В інших випадках підручник можна створювати за довільним сценарієм із застосуванням програмних засобів, що розглянуті в додатках 1 і 2.

Водночас до підручника можна ввести складові моделі SCORM, які відповідають за взаємодію ЕНМ із СУН. Для цього в ЕНМ вводять засоби, що підтримують специфікації SCORM: Run Time Environment і Sequencing and Navigation. Це дає можливість надати опис елементів електронного контенту за допомогою метаданих, що стандартизовані в специфікації Content Aggregation Model. Підручники з такими засобами стають SCORM-сумісними, що дозволяє їх експорт і використання в різних СУН, які відповідають стандарту. У цьому разі відкривається можливість проведення контекстного пошуку за матеріалами, а також багаторазове використання навчальних об'єктів. Це також дозволяє організувати трекінг і керувати порядком вивчення матеріалів [38].



## Додаток 4

### Корегування результатів тестування, що одержані за дихотомічним та політомічним принципами

#### Д 4.1. Дихотомічне оцінювання

При стандартному дихотомічному підході складність тестових завдань не враховується. Остаточний висновок про успішність виконання тесту робиться, виходячи з суми балів, отриманих студентом при виконанні всіх завдань тесту. Оскільки студенти отримують 1 бал при правильному виконанні як відносно складних, так і легких завдань, то вони можуть набрати однакові суми балів при розв'язуванні суттєво нерівноцінних завдань. Таким чином, це не дає можливості зробити об'єктивну розстановку студентів у ряд за рівнем знань (побудувати рейтинг). Але загрозу "зрівнялівки" можна усунути, якщо ввести до оцінки завдання ваговий коефіцієнт, що характеризує складність завдання [39]. Зупинимося на цьому детальніше.

Складність тестового завдання з номером  $j$  визначимо як імовірність неправильного його виконання в обраній групі студентів:

$$q_j = \frac{n_j}{N_j}, \quad (\text{Д 4.1})$$

де  $n_j$  – кількість студентів, які не виконали  $j$ -те завдання, а  $N_j$  – кількість усіх студентів, які виконували це завдання.

Величина  $q_j$  може використовуватися як ваговий коефіцієнт, тоді оцінка в балах за виконання одного завдання  $x_j$  з номером  $j$  буде:

$$x_j = \delta_j q_j, \quad (\text{Д 4.2})$$

де множник  $\delta_j = 1$  при правильній і  $\delta_j = 0$  – при неправильній відповіді студента на  $j$ -те завдання (дихотомічний підхід).

Сума балів, набраних одним студентом  $X_{набр}$  при виконанні всіх завдань тесту,

$$X_{набр} = \sum_{j=1}^z \delta_j q_j, \quad (Д 4.3)$$

де номер завдання  $j$  змінює значення від 1 до  $Z$  – кількості завдань у тесті.

Нормована оцінка тестування (п. 3.4.3) показує повноту виконання тесту

$$P = \frac{X_{набр}}{X_{max}}, \quad (Д 4.4)$$

де  $P$  – повнота виконання тесту,  $X_{набр}$  – кількість набраних балів,  $X_{max}$  – максимальний бал, що може отримати студент, якщо правильно виконати всі завдання.

$$X_{max} = \sum_{j=1}^z q_j. \quad (Д 4.5)$$

Формула (Д 4.5) впливає із (Д 4.3) як окремий випадок при  $\delta = 1$  для всіх значень  $j$  (усі завдання виконано правильно).

Підставивши до (Д 4.4) значення  $X_{набр}$  та  $X_{max}$  із (Д 4.3) і (Д 4.5), отримаємо:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^z \delta_j q_j}{\sum_{j=1}^z q_j}. \quad (Д 4.6)$$

Повнота виконання тесту показує частку балів, яку отримав студент за правильне виконання завдань. Її значення у відсотках чисельно співпадає з оцінкою за стобальною шкалою.

## Д 4.2. Політомічне оцінювання

Політомічний спосіб оцінювання більш різноманітний за дихотомічний, але й розрахунок загальної оцінки політомічного завдання, із врахуванням складності, суттєво складніший.

Розглянемо оцінювання виконання одного політомічного завдання з номером  $j$ . Виділимо в групі студентів, що виконали

тестування, підгрупи з однаковою кількістю набраних балів  $n_j^\alpha$ .

Індексом  $\alpha$  позначено кількість балів, що набрали студенти підгрупи за  $j$ -те завдання. Якщо кількість правильних відповідей в  $j$ -тому завданні –  $k$ , то максимальне значення  $\alpha = k$ . Тоді кількість студентів, що відповіли повністю правильно, тобто вибрали всі правильні відповіді й жодної – неправильної –  $n_j^k$ .

Введемо ваговий коефіцієнт  $\gamma_{j\alpha}$ , що визначається ймовірністю набрати більше  $\alpha - 1$  балів в  $j$ -тому завданні. Наприклад, ймовірність набрати тільки один бал визначається кількістю студентів, які не змогли зробити навіть цього.  $\gamma_{j1} = \frac{n_j^0}{N_j}$ , де  $N_j$  – повна

кількість студентів, що виконували  $j$ -те завдання). Ймовірність набрати два бали в завданні визначається кількістю студентів, що набрали менше двох балів.  $\gamma_{j2} = \frac{n_j^0 + n_j^1}{N_j}$ . У загальному

випадку для  $\alpha$  правильних відповідей отримаємо:

$$\gamma_{j\alpha} = \frac{\sum_{m=0}^{\alpha-1} n_j^m}{N_j}. \quad (\text{Д 4.7})$$

Ймовірність  $\gamma_{j\alpha}$  відповідає складності правильно відповісти на одне, два і більше запитань в завданні. Тому надалі називатимемо його складністю завдання та вважатимемо, що оцінка в балах за правильне виконання завдання дорівнює значенню  $\gamma_{j\alpha}$ .

Сума балів, набраних одним студентом  $X_{набр}$  при проходженні всіх  $Z$  завдань тесту, становить:

$$X_{набр} = \sum_{j=1}^z \frac{\sum_{m=0}^{\alpha_j-1} n_j^m}{N_j}. \quad (\text{Д 4.8})$$

Максимальний бал  $X_{\max}$ , який студент може набрати при правильному виконанні всіх завдань:

$$X_{\max} = \sum_{j=1}^z \frac{\sum_{m=0}^{k_j-1} n_j^m}{N_j}. \quad (\text{Д 4.9})$$

Тоді повнота виконання тесту  $P$  в політомічному підході розраховується за формулою:

$$P = \frac{X_{\text{набр}}}{X_{\max}} = \frac{\sum_{j=1}^z \frac{\sum_{m=0}^{\alpha_j-1} n_j^m}{N_j}}{\sum_{j=1}^z \frac{\sum_{m=0}^{k_j-1} n_j^m}{N_j}}. \quad (\text{Д 4.10})$$

У випадку, коли всі студенти виконували один і той самий набір завдань, тобто  $N_j = N$ , то вираз (Д 4.10) спрощується до:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^z \sum_{m=0}^{\alpha_j-1} n_j^m}{\sum_{j=1}^z \sum_{m=0}^{k_j-1} n_j^m}. \quad (\text{Д 4.11})$$

## Додаток 5

### Удосконалення тестів із застосуванням моделі Раша

Упорядник тестових завдань намагається зробити їх якісними, тобто такими, які об'єктивно та надійно розділятимуть студентів за рівнем знань. Але реальна якість завдань може бути значно нижчою за ту, на яку розраховував автор, оскільки:

- завдання сформульоване незрозуміло чи має неоднозначну відповідь;
- обрано невдалу форму виконання завдання;
- завдання дуже просте чи дуже складне, тому нечутливе до рейтингу студента.

Невдалі завдання знаходять шляхом аналізу результатів багаторазових тестувань різних груп студентів. Ефективні засоби для цього базуються на порівнянні експериментальних результатів із теоретичними розрахунками, згідно із моделлю Раша. Неякісні завдання вилучають чи переробляють, тим самим удосконалюючи базу тестів. Тільки після такого вдосконалення тест стає надійним інструментом педагогічних вимірювань [40].

#### Д 5.1. Виявлення неякісних завдань за допомогою характеристикних кривих

Пояснення способу проведемо на прикладах розгляду вдалого та невдалого завдань.

Завдання з фізики 1

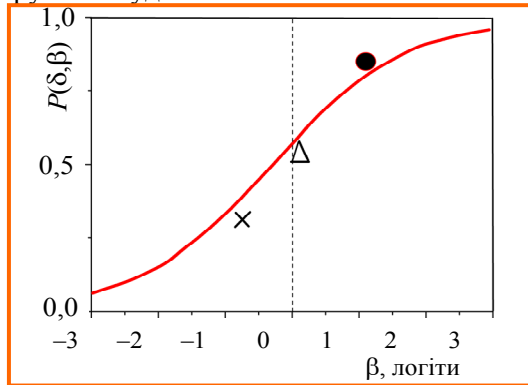
*Виберіть правильне продовження твердження.*

**За абсолютно пружного удару зберігається...**

- відношення потенціальної і кінетичної енергії;
- кінетична енергія;
- сума потенціальної і кінетичної енергії;
- потенціальна енергія.

Вивчення властивості завдання починають з розгляду експериментальних результатів. Правильний розв'язок завдання I

полягає в обранні тільки третього пункту. На рис. Д. 5.1 наведені експериментальні точки з ймовірністю правильної відповіді, що були встановлені за результатами виконання цього завдання великою групою студентів.



**Рис. Д. 5.1. Експериментальні точки й характеристична крива (ІСС). Завдання І**

Точка "x" характеризує результат студентів із низьким рівнем знань ( $\beta = -1$  логіт). Видно, що ймовірність правильної відповіді такими студентами  $P = 0,3$ , тобто приблизно 30 % студентів змогли виконати завдання І. Студенти із середнім рівнем знань ( $\beta = 0$  логітів) показали більшу ймовірність правильної відповіді  $P = 0,5$  (точка  $\Delta$ ), тобто завдання виконав кожний другий студент їхнього рівня знань. Точкою "●" позначено результат  $P = 0,8$ , отриманий студентами з високим рівнем знань ( $\beta = 1$  логіт). Таким чином завдання виконали 80 % сильних студентів.

Отже, на якісному рівні, завдання І відповідає положенню, що закладено до моделі Раша: чим вищий рівень знань випробовуваного, тим більша ймовірність правильного виконання завдання.

Наступний крок полягає в кількісному узгодженні експериментальних даних з теоретичними. Згідно з моделлю Раша:

$$P(\delta, \beta) = \frac{1}{1 + \exp(\delta - \beta)}. \quad (\text{Д. 5.1})$$

За формулою (Д 5.1) будують характеристичну криву Item Characteristic Curve (ICC, п. 3.5.2). Причому параметр  $\delta$  намагаються підібрати так, щоб теоретична крива проходила якнайближче до експериментальних точок. На рис. Д 5.1 отриману характеристичну криву показано суцільною лінією. Видно, що на неї добре укладаються експериментальні точки. Із цього робиться висновок, що завдання 1 є вдалим і може бути включено до тесту, результати якого інтерпретуються за моделлю Раша. Зокрема підібране значення  $\delta$  визначає складність завдання.

Далі розглянемо приклад невдалого завдання.

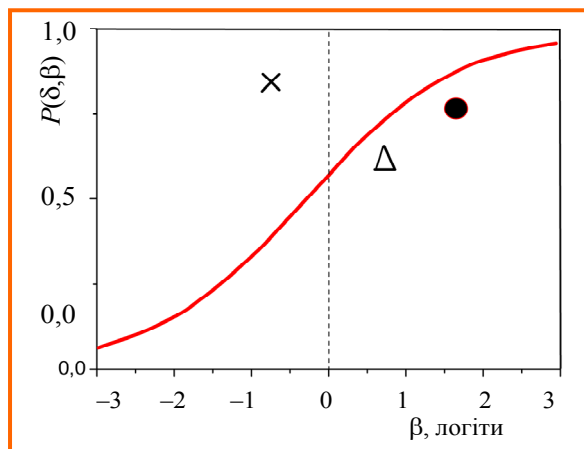
Завдання з фізики 2

*Виберіть правильне закінчення твердження:*

**Сили інерції – це...**

- відношення потенціальної і кінетичної енергії;
- фіктивні сили, що вводяться для пояснення явищ у неінерціальних системах відліку;
- реальні сили, що діють в неінерціальних системах відліку.

Результати випробувань цього завдання зображено на рис. Д 5.2. Експериментальні точки й характеристична крива позначені так само, як на рис. Д 5.1.



**Рис. Д 5.2. Експериментальні точки й характеристична крива (ICC). Завдання 2**

Перше, що впадає в око – результати експериментальних випробувань перебувають в якісному протиріччі з основним положенням моделі Раша. Дійсно, ймовірність  $P$  правильного виконання завдання 2 слабкими студентами ( $\beta = 0$  логітів, точка "×") виявилася вищою, ніж показали набагато сильніші студенти ( $\beta = 2$  логіта, точка "●"). Зрозуміло, що в такій ситуації не можна розраховувати на прийнятне узгодження експерименту й теорії. Суцільною лінією на рис. Д 5.2 показано результат підбору характеристичної кривої, що відповідає найбільшій узгодженості з експериментом для даного завдання. Видно, що узгодити результати тестування з теоретичною моделлю не вдається. Точка "×", яка відповідає студентам з низьким рівнем знань, лежить набагато вище, а точка "●", що характеризує студентів із високим рівнем знань лежить значно нижче характеристичної кривої. Такий результат є парадоксальним, оскільки показує, що слабші студенти виконують завдання краще, ніж більш підготовлені. Скоріш за все, це є наслідком простого вгадування. Таке завдання підлягає вилученню з тесту, або його перероблюють для узгодження з теоретичною моделлю. Звичайно, що перед переробкою треба розібратися: що спричинило негативний результат – завдання сформульоване невдало або тема "Неінерціальні системи відліку" була незрозумілою для більшості студентів.

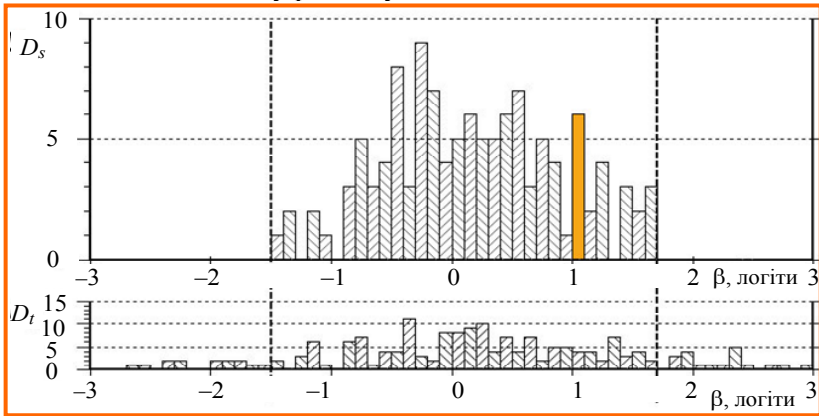
### **Д 5.2. Оптимізація наповнення тесту завданнями різної складності**

Розглянемо спосіб удосконалення тестів, що базується на порівнянні діаграми розподілу студентів за рівнями знань із діаграмою розподілу завдань за рівнем складності. Діаграми будують за результатами статистичної обробки даних, що отримані при тестуваннях. Типовий їх вигляд показано на рис. Д 5.3.

Діаграма у верхній частині рисунку характеризує розподіл студентів за рівнем знань. Вона побудована за принципом гістограми, тобто складається зі стовпчиків, розташування, ширину та висоту яких установлюють відповідним чином. У даному випадку по осі абсцис відкладені значення рівня знань студентів у безрозмірних одиницях – логітах [41]. Тому розташування кож-



ного стовпчика на осі абсцис вказує на те, що серед усіх студентів, які проходили тестування, є такі, що мають рівень знань, який відповідає цьому розташуванню.



**Рис. Д 5.3. Діаграми розподілу студентів за рівнем знань (верхня) і розподілу завдань за складністю (нижня)**

Ширина стовпчика характеризує інтервал значень, в якому знаходяться рівні знань студентів, результати яких відповідають розташуванню цього стовпчика. На гістограмі ширина стовпчика становить 0,1 логіта, тобто стовпчик, розташований, наприклад, біля позначки 1 на осі абсцис (заштрихований), відповідає тим студентам, які мають рівень знань від 1 до 1,1 логіта. А значення кількості студентів із таким рівнем знань характеризує висота стовпчика на осі ординат (для цього стовпчика – 6). Вибір нуля на осі абсцис для цієї діаграми відповідає студентам з середнім рівнем знань.

У нижній частині рисунку показано гістограму розподілу тестових завдань за величиною складності. Значення складності у логітах показує така сама шкала на осі абсцис, що й для верхньої гістограми. Нульове значення цієї гістограми відповідає завданням із середнім значенням складності. Суміщення нулів верхньої і нижньої гістограм важливе для того, щоб з їх порівняння можна було робити висновки про кореляційні співвідношення між характеристикою групи за наповненням студентами різної

компетентності та наповненням тесту завданнями різної складності. Висота стовпчика цієї гістограми відповідає кількості завдань, що мають складність в межах його ширини.

Оптимізацію наповнення тесту завданнями різної складності можна здійснити, порівнюючи верхню діаграму з нижньою. Ознакою вдалого підбору завдань до тесту є розташування діаграм в однакових межах по осі абсцис. Межі діаграми розподілу студентів по рівню знань (верхня) показані на рис. Д. 5.3 пунктирними вертикальними лініями. Видно, що багато стовпчиків діаграми розподілу завдань за складністю (нижня) розташовані поза межами цих ліній. Такі завдання треба зарахувати до неефективних. Дійсно, завдання, що знаходяться з лівого краю діаграми, занадто легкі – у групі немає студентів із рівнем знань, якого недостатньо для правильного виконання таких завдань. Іншими словами, завдання однаково добре виконують усі студенти групи, і поділ їх на "слабких" і "сильних" не відбувається. Завдання, що знаходяться з правого краю гістограми, є занадто важкими – у групі немає студентів із рівнем знань, які б їх виконали правильно. Оскільки, завдання, що лежать поза межами верхньої діаграми не виконують функцію диференціації студентів за рівнем знань, їх вилучають з тесту. Так робиться перший крок до його оптимізації.

Для подальшого відбору якісних завдань розраховується коефіцієнт кореляції між результатами отриманими при виконанні кожного завдання з сумарними результатами виконання завдань. Відкидаються ті завдання, для яких коефіцієнт кореляції менший за визначену нижню межу (у випадку коефіцієнта кореляції Пірсона цю межу приймають за 0,3). Для тих завдань, що лишилися, розраховується їхня взаємна кореляція. За отриманими результатами вилучаються завдання, які мають недостатньо високий коефіцієнт кореляції з іншими.

Таким чином, після заміни дуже простих і дуже складних завдань, а також завдань з малим коефіцієнтом кореляції, отримують тест, за допомогою якого можна достатньо точно визначити розподіл студентів за рівнем знань в групі.

## Література до додатків

1. Kay, Tan. 25 (Free) 3D Modeling Applications You Should Not Miss By Filed in Tools [Electronic Resource] / Tan Kay. – Mode of access : URL : <http://www.hongkiat.com/blog/25-free-3d-modelling-applications-you-should-not-miss/>– Title from the screen.

2. Программное решение для моделирования и подготовки производства ювелирных изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL : [www.artcamjewelsmith.com/index.php/ru](http://www.artcamjewelsmith.com/index.php/ru) – Название с экрана.

3. Библиотека бесплатных текстур. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL : <http://texturs.ru/> – Название с экрана.

4. Williamson, Janatan. Character Development in Blender 2.5 / Janatan Williamson; – USA : Course Technology/ CENGAGE Learning, 2012. – 473 p.

5. Hess, Rolland. Animating with Blender: Creating Short Animations from Start to Finish / Rolland Hess Focal Press, 2008. – 368 p.

6. Бондаренко, С. В. 3ds Max 8. Библиотека пользователя (+CD) / С.В. Бондаренко., М.Ю. Бондаренко. – СПб . : Питер , 2006. – 608 с

7. Васнецов, В. 133 совета по 3Dmax / В Васнецов. – СПб . : Питер, 2005. – 650 с.

8. Верстак, В.А. 3ds Max 8 Програма для создания трехмерной графики и анимации Секреты мастерства (+CD). / В.А. Верстак. – СПб . : Питер , 2006.– 274 с.

9. Флеминг, Билл. Методы анимации лица. Мимика и артикуляция / Билл Флеминг Доббс Даррис. – Charles River Media, ДМК Пресс, 2002. 334 с.

10. Gahan, Andrew. 3ds Max Modelling for Games: Insiders Game to Game Character, Vehicle, and Environment / Andrew Gahan – Focal Press, 2011. – 480 p.

11. Иванов, В.П. Трехмерная компьютерная графика / В. П. Иванов, А.С. Батраков. – М.: Радио и связь, 1995. – 224 с.

12. Palamar, Todd. Mastering Autodesk Maya 2011 / Todd Palamar, Eric Keller, Anthony Honn. – USA Indianapolis : Wiley Publishing Inc., 2011 – 1048p.

13. Spencer, S. ZBrush Character Creation: Advanced Digital Sculpting. / Scott Spencer – USA Indianapolis: Wiley Publishing Inc., 2008 – 355p.

14. Березовський, В.С. Створення електронних навчальних ресурсів та онлайнове навчання : Навч. посіб. / В.С. Березовський, І.В. Стеценко, І.О. Завадський. – К. : BHV, 2011. – 208 с.

15. Adobe Captivate 5.5 – Elearning Authoring Software. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/captivate.html> – Title from the screen.

16. Жарких, Ю.С. Застосування продуктів Macromedia в організації електронного навчання / Ю.С. Жарких, О.О. Ларін // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. : Кібернетика. – 2005. – №6. – С. 65-68.

17. Adobe Systems Incorporated. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/catalog.html>. – Title from the screen.

18. Adobe eLearning Suite [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/elearningsuite.html> – Title from the screen

19. Adobe Dreamweaver CS6 [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/dreamweaver.html> – Title from the screen.

20. CourseBuilder Extension for Dreamweaver [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/support/coursebuilder/documentation.html> – Title from the screen.

21. Adobe Marketplace & Exchange. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/cfusion/exchange/index.cfm> – Title from the screen

22. Adobe Flash Professional [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/flash.html> – Title from the screen.

23. The Flash Components Network. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.flashcomponents.net/> – Title from the screen.

24. Гультьяев А.К. Macromedia Authorware 6.0 Разработка мультимедийных учебных курсов. / – СПб: Корона принт, 2002. – 401 с.
25. Adobe ColdFusion 10 Family [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/products/coldfusion-family.html> – Title from the screen.
26. Adobe Connect. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.adobe.com/ua/products/adobeconnect.html> – Title from the screen.
27. Wolfram Training [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.wolfram.com/training/special-event/> – Title from the screen.
28. Microsoft PowerPoint 2010 – Presentation and Slide Software. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://office.microsoft.com/en-us/powerpoint/> – Title from the screen.
29. ToolBook Learning Management Software Solution. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.sumtotalsystems.com/products/toolbook-elearning-content.html> – Title from the screen.
30. Жарких, Ю.С. Міжнародні стандарти електронних навчальних матеріалів/ Ю.С. Жарких, Ю.В. Рудник // Вісн. Київ. ун-ту. Кібернетика. – 2005. – №6. – С. 60-62.
31. Aviation Industry CBT Committee [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.aicc.org> – Title from the screen.
32. IMS Global Learning Consortium Inc. [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.imsproject.org>. – Title from the screen.
33. Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) Learning Technology Standards Committee (LTSC). [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://ltsc.ieee.org>. – Title from the screen.
34. Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative. [Electronic Resource]. – Mode of access: URL : <http://www.adlnet.org>. – Title from the screen.
35. SCORM Content Aggregation Model. [Electronic Resource]. – Mode of access: URL : <http://www.vsscorm.net/content-aggregation-model-cam/> – Title from the screen.
36. SCORM Run-Time Environment Model. [Electronic Resource]. – Mode of access: URL : <http://scorm.com/scorm-explained/technical-scorm/run-time/> – Title from the screen.

37. SCORM Sequencing and Navigation. [Electronic Resource]. – Mode of access: URL : <http://scorm.com/scorm-explained/technical-scorm/sequencing/> – Title from the screen.

38. IMS Simple Sequencing Behavior and Information Model Final Specification, IMS Global Learning Consortium, Inc. [Electronic Resource]. – Mode of access: URL : <http://www.imsproject.org> Title from the screen.

39. Жарких Ю.С., Драган Є.В., Врахування рівня складності тестових завдань при комп'ютерній діагностиці знань. / Ю.С. Жарких, Є.В. Драган // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Фізико-математичні науки. – 2006. – №3. – с. 325-330.

40. Жарких, Ю.С. Информативность рейтинговой системы оценивания уровня знаний студентов. / Ю.С. Жарких, Є.В. Драган, О.В.Третьяк // Новий колегіум – 2008. – №3. – С.34-42.

41. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. – USA, Chicago: The University of Chicago Press. – 1981. – 199 p.

Навчальне видання

**ЖАРКИХ Юрій Серафимович**  
**ЛИСОЧЕНКО Сергій Васильович**  
**СУСЬ Богдан Богданович**  
**ТРЕТЯК Олег Васильович**

# **КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

Оригінал-макет виготовлено Видавничо-поліграфічним центром "Київський університет"



Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Ум. друк. арк. 14,0. Наклад 200. Зам. № 212-6233.  
Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний. Друк офсетний. Вид. № Вт8.  
Підписано до друку **01.03.12**

Видавець і виготовлювач  
Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет"  
01601, Київ, б-р Т. Шевченка, 14, кімн. 43  
☎ (38044) 239 32 22; (38044) 239 31 72; тел./факс (38044) 239 31 28  
e-mail: [vpc\\_div.chief@univ.kiev.ua](mailto:vpc_div.chief@univ.kiev.ua)  
<http://vpc.univ.kiev.ua>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1103 від 31.10.02