

# НАУКОВИЙ ЧАСОПИС

Національного педагогічного  
університету  
імені М.П. Драгоманова



*Серія 2*

## КОМП'ЮТЕРНО- ОРІЄНТОВАНІ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ

10 (17) 2011



Міністерство освіти і науки України

Науковий часопис  
НПУ імені М.П. Драгоманова

Серія 2

комп'ютерно-орієнтовані  
системи навчання

Київ – 2011

## УДК 518.51

Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць /Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2011. – № 10 (17). – с. 175.

Фахове видання з педагогічних наук. Постанова Президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 року.

У збірнику розглядаються питання застосування інформаційно-комунікаційних технологій навчання (ІКТН) у практичній діяльності середніх та вищих навчальних закладів; аналізуються окремі програмні засоби навчального призначення, обговорюються проблеми становлення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математики, фізики, інформатики та інших предметів у закладах освіти.

### **Редакційна рада:**

В.П. Андрущенко	академік НАПН України, доктор філософських наук, професор, ректор НПУ імені М. П. Драгоманова ( <i>голова Редакційної ради</i> );
А.Т. Авдієвський	академік НАПН України, Почесний доктор, професор;
В.П. Бех	доктор філософських наук, професор;
О.В. Биковська	доктор педагогічних наук, доцент;
В.І. Бондар	академік НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
Г.І. Волинка	академік УАПН, доктор філософських наук, професор ( <i>заступник голови Реакційної ради</i> );
П.В. Дмитренко	кандидат педагогічних наук, професор;
І.І. Дробот	доктор історичних наук, професор;
М.І. Жалдак	академік НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
Л.І. Мацько	академік НАПН України, доктор філологічних наук, професор;
О.С. Падалка	член-кореспондент НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
В.М. Синьов	академік НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
В.К. Сидоренко	член-кореспондент НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
М.І. Шкіль	академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор;
М.І. Шут	академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор.

### **Відповідальні редактори:**

М.І. Жалдак	академік НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
Ю.С. Рамський	кандидат фізико-математичних наук, професор.

### **Відповідальний секретар:**

Н.П. Франчук

### **Редакційна колегія:**

М.І. Бурда	академік НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
В.Ю. Биков	академік НАПН України, доктор технічних наук, професор;
Н.В. Морзе	член-кореспондент НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;
В.І. Клочко	доктор педагогічних наук, професор;
Ю.В. Триус	доктор педагогічних наук, професор;
М.В. Працьовитий	доктор фізико-математичних наук, професор;
Ю.С. Рамський	кандидат фізико-математичних наук, професор;
В.П. Сергієнко	доктор педагогічних наук, професор;
М.І. Шкіль	академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор;
М.І. Шут	академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор.

Схвалено рішенням Вченої ради  
НПУ імені М.П. Драгоманова  
(протокол № 6 від 25 січня 2011 р.)

### Навчання майбутніх учителів математики інтегрального числення функцій однієї змінної з використанням комп'ютерних засобів математики

Навчання інтегрального числення функцій однієї змінної відіграє важливу роль у формуванні професійної культури вчителя математики не тільки тому, що однією з основних змістових ліній шкільного курсу математики є «Початки диференціального та інтегрального числення». Значно важливішим є тісний зв'язок інтегрального числення із сучасними математичними теоріями: теорією інтеграла, теорією міри, функціональним аналізом, теорією ймовірностей, математичною інформатикою та багатьма іншими. Завдяки цьому у процесі навчання можна не тільки розкрити майбутнім учителям потужність методів інтегрального числення, запропонованих засновниками цього числення понад три століття тому, а й продемонструвати постійний розвиток та удосконалення математичних теорій. Результатом такого розвитку є суттєве розширення меж застосування математичних теорій, а результатом удосконалення математичних теорій є значне розширення кола людей, які можуть застосовувати математичні теорії на практиці: те, що раніше було доступне лише геніям, перетворюється у звичайну навчальну задачу шкільного курсу математики.

В цій статті розглядається нетрадиційний підхід до навчання інтегрального числення функцій однієї змінної майбутніх учителів математики. Нетрадиційність полягає у доборі навчального матеріалу та методів його подання.

Взаємно обернені операції диференціювання (знаходження похідної даної функції) та інтегрування (знаходження первісної, тобто невідомої функції за її відомою похідною) були введені у 70-х роках XVII століття засновниками диференціального та інтегрального числення Г. Лейбніцом та І. Ньютоном. Тому, згідно з принципом генетичного подання навчального матеріалу, навчання інтегрального числення доцільно розпочинати з вивчення поняття первісної та інтеграла Ньютона –

Лейбніца (або *NL*-інтеграла), як приросту первісної підінтегральної функції:  $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$ , де

$$F'(x) = f(x), \quad x \in [a; b].$$

Зауважимо, що поняття невизначеного інтеграла не відіграє в сучасній математиці якоїсь суттєвої ролі, а досить значна увага, яку часто приділяють вивченню теми «Невизначений інтеграл», обумовлена швидше традиційністю, а не суттю справи. На практиці зручно користуватися лише позначенням невизначеного інтеграла:

$$\int f(x)dx = \left\{ \int_a^x f(t)dt + C : C \in \mathbf{R} \right\},$$

де  $a$  – фіксована точка даного проміжка  $\langle \alpha; \beta \rangle$ , а  $x$  – біжуча точка цього проміжка. Отже, *невизначений інтеграл* – це множина усіх первісних підінтегральної функції на даному проміжку. Тому, перш ніж говорити про суму та різницю невизначених інтегралів, добуток сталої на невизначений інтеграл, похідну від невизначеного інтеграла, треба спочатку ввести відповідні операції над множинами. Цього нажаль, як правило, не роблять, створюючи цим самим логічні прогалини, які не виникають, коли основний наголос робити на вивчення *NL*-інтеграла, а потрібні властивості невизначеного інтеграла діставати, як прості наслідки відповідних властивостей *NL*-інтеграла.

Для майбутніх вчителів математики важливість *NL*-інтегралів полягає також у тому, що вони є доступнішими для вивчення у загальноосвітній школі, ніж визначені інтеграли (тобто інтеграли Коші – Рімана), а межі застосування *NL*-інтегралів є досить широкими. Недарма професійні математики використовували лише *NL*-інтеграли протягом двох століть аж до XIX століття, коли О. Коші запропонував розглядати визначений інтеграл як границю інтегральної суми, а Б. Ріман розвинув теорію визначеного інтеграла, суттєво узагальнену А. Лебегом на початку XX століття.

Враховуючи доступність для вивчення і потужність для застосування *NL*-інтеграла, А. М. Колмогоров запропонував вивчати у шкільному курсі математики найпростіший з усіх інтегралів – *NL*-інтеграл [1].

Оскільки застосування інтегрального числення пов'язані, зокрема, з відшукуванням невідомого закону руху матеріальної точки за відомою швидкістю цієї точки, причому рух точки не обов'язково прямолінійний, то згідно з принципами, покладеними в основу методичної системи навчання математичного аналізу майбутніх учителів математики [2, с. 12], поняття первісної та *NL*-інтеграла можна ввести одночасно для комплекснозначних функцій як дійсної, так і комплексної змінної.

Умова лінійної зв'язності області визначення функції гарантує, що різні первісні цієї функції відрізняються лише сталим доданком, а тому  $NL$ -інтеграл, що визначається рівністю  $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$ , не залежить від того, яку саме первісну  $F$  обрано для підінтегральної функції

$f$ . Звідси випливає *формула Ньютона – Лейбніца* для  $NL$ -інтеграла:  $\int_a^b f(x) dx = \Phi(b) - \Phi(a)$ , де  $\Phi$  – довільна первісна підінтегральної функції.

Безпосередньо з означення  $NL$ -інтеграла випливають його *найпростіші властивості* (правило перестановки меж інтегрування, про інтеграл з однаковими нижньою та верхньою межами інтегрування, адитивна властивість, про похідну і диференціал  $NL$ -інтеграла з верхньою змінною межею інтегрування, а також властивості, пов'язані з оцінкою модуля  $NL$ -інтеграла, з лінійністю, заміною змінної та інтегруванням частинами  $NL$ -інтеграла.

Оскільки невизначений інтеграл пов'язаний з  $NL$ -інтегралом рівністю  $\int f(x) dx = \int_a^x f(t) dt + C$ ,

точніше  $\int f(x) dx = \left\{ \int_a^x f(t) dt + C : C \in \mathbf{R} \right\}$ , де  $a$  – фіксована, а  $x$  – біжуча точки з лінійно зв'язної

множини  $E$ , на якій функція  $f$  має первісну, то з властивостей  $NL$ -інтеграла зразу випливають відповідні *властивості невизначеного інтеграла*, а також *таблиця основних невизначених інтегралів* у загальному випадку, коли підінтегральна функція є функцією комплексної змінної.

Підкреслимо, що не кожна елементарна функція комплексної змінної має первісну у своїй області визначення навіть тоді, коли вона є аналітичною, тобто має неперервну похідну. Наприклад, функція  $f(z) = \frac{1}{z}$  є аналітичною в області  $D = \mathbf{C} \setminus \{0\}$ , проте не має первісної у цій області. Разом з тим ця функція (і будь-яка інша аналітична функція  $f$ ) має первісну у будь-якій однозв'язній області, де функція  $f$  є аналітичною. Так, первісною функції  $f(z) = \frac{1}{z}$  в однозв'язній області  $D_1 = \mathbf{C} \setminus \{z = x : x \leq 0\}$  є функція  $F(z) = \ln z$ , а в однозв'язній області  $D_2 = \mathbf{C} \setminus \{z = x : x \geq 0\}$  первісною функції  $f(z) = \frac{1}{z}$  є функція  $F(z) = \ln(-z)$ . У зв'язку з цим важливо вказувати у таблиці основних інтегралів не тільки первісні підінтегральних функцій, а відповідні однозв'язні області, які перетворюються у проміжки для випадку функцій дійсної змінної.

Формальне використання формул або комп'ютерних засобів для обчислення інтегралів може призвести до грубих помилок.

Наприклад,  $\int \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} + C$ ,  $0 \leq \int_{-2}^1 \frac{dx}{x^2} = -\frac{1}{x} \Big|_{-2}^1 = -1 - \frac{1}{-2} = -\frac{3}{2}$ , тобто  $0 \leq -\frac{3}{2}$ , що неможливо.

Якщо для обчислення останнього інтеграла скористатися програмою `Gran1`, то дістанемо: `I=1.048E05`.

При спробі обчислити цей самий інтеграл за допомогою програми `Maxima`:

```
(%i1) integrate(1/x^2,x,-2,1);
```

дістанемо таке повідомлення: “defint: integral is divergent.”

За означенням інтеграл Ньютона – Лейбніца існує тоді й тільки тоді, коли підінтегральна функція має первісну у заданій області  $E$ , до якої належать межі інтегрування. Загальна теорія функцій комплексної змінної дає відповідь на питання, коли функція  $f$  має первісну в області  $E$ : необхідною умовою цього є аналітичність (тобто існування неперервної похідної) функції в області  $E$  і ця умова є достатньою у випадку однозв'язної області  $E$ . Разом з тим для функцій дійсної змінної (навіть комплекснозначних) умови існування первісної не такі жорсткі: достатньо вимагати, щоб функція була неперервною на заданому проміжку, а наведені вище приклади доводять, що в загальному випадку умову неперервності послабити не можна.

Для доведення  $NL$ -інтегровності неперервної функції зручно використати так звані *ламани функції*  $f$ , що набувають значень  $f(x_k)$  у заданих точках  $x_k \in [a; b]$ :  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_k < x_{k+1} < \dots < x_n = b$ , а на кожному відрізку  $[x_k; x_{k+1}]$   $f(x)$  лінійно змінюється від  $f(x_k)$  до  $f(x_{k+1})$ , тобто у випадку дійсних значень  $f(x_k)$  графіком функції  $f$  є ламана з вершинами  $(x_k, f(x_k))$ ,  $k = 0, 1, \dots, n$  (Рис. 1).

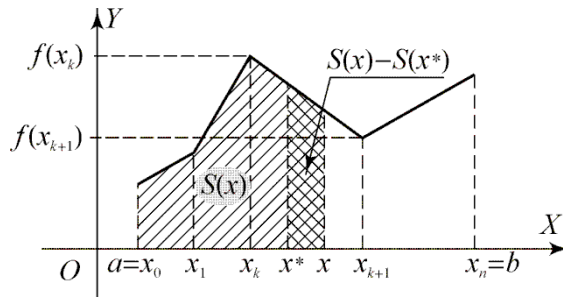


Рис. 1.

За допомогою геометричних міркувань легко переконатися, що роль первісної для ламаної функції  $f$  відіграє функція

$$S(x) = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{2} (f(x_i) + f(x_{i+1})) (x_{i+1} - x_i) + \frac{1}{2} (f(x) + f(x_k)) (x - x_k), \quad x \in [x_k; x_{k+1}], \quad k = 0, 1, \dots, n-1.$$

Геометрично  $S(x)$  є площею заштрихованого на Рис. 1 многокутника у випадку  $f(x) \geq 0$ ,  $x \in [a; b]$ .

NL-інтегровність довільної неперервної функції  $f(x)$ ,  $x \in [a; b]$ , випливає з того, що для кожної такої функції існує послідовність  $f_n(x)$  ламаних функцій, яка рівномірно збігається до  $f(x)$  на відрізьку  $[a; b]$ , що гарантує збіжність послідовності  $F_n(x)$  – первісних функцій  $f_n(x)$  до функції  $F(x)$ , яка є первісною функції  $f(x)$ . При цьому у випадку  $f(x) \geq 0$  різницю  $F(b) - F(a) = \int_a^b f(x) dx$  природно назвати площею криволінійної трапеції, обмеженої графіком функції  $f$ , віссю  $OX$  і прямими  $x = a$  та  $x = b$ .

У цьому полягає *геометричний зміст NL-інтеграла* і на цьому ґрунтується застосування програмного засобу Gran1 для обчислення NL-інтегралів.

Наприклад, результат обчислення інтеграла  $\int_{-\pi/2}^{\pi} x \sin x dx$  за допомогою Gran1 та ілюстрація його геометричного змісту (рис. 2) виглядають так.

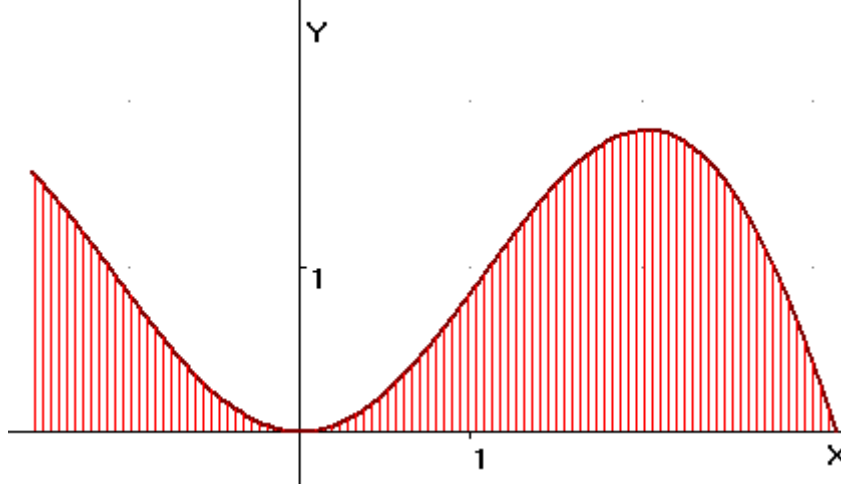


Рис. 2.

Інтегрування  
Значення  
інтеграла:  
 $Y(X) = x^* \sin(x)$   
A = -  
1.5707963267949,  
B = 3.141592653589  
79,  
I = 4.142

Задача обчислення невизначеного інтеграла фактично зводиться до знаходження однієї первісної підінтегральної функції  $f$ . Роль цієї первісної може відігравати інтеграл Ньютона –

Лейбніца  $\Phi(x) = \int_a^x f(t) dt$  з верхньою змінною межею інтегрування. Саме тому за допомогою існуючих комп'ютерних засобів математики отримується відповідь на завдання обчислення невизначеного інтеграла у вигляді однієї функції без сталого доданка.

Наприклад, результат обчислення невизначеного інтеграла  $\int x \sin x dx$  за програмою MathCAD виводиться в такому вигляді.

$$\int x \cdot \sin(x) dx \rightarrow \sin(x) - x \cdot \cos(x)$$

Традиційно обчисленню невизначених інтегралів функцій різних класів (раціональних і деяких ірраціональних алгебраїчних та трансцендентних) приділяють досить значну увагу. Оскільки такі обчислення у багатьох випадках є досить громіздкими, то розв'язування навіть ілюстративних прикладів вимагає багато часу. Тому основну увагу слід звернути на загальні правила обчислення невизначених інтегралів.

Так, після введення поняття елементарного дроби і знаходження методів обчислення первісної довільного елементарного дроби можна сформулювати *правило обчислення невизначеного інтеграла довільної раціональної функції*  $f(z) = P(z)/Q(z)$ :

1. Якщо дріб  $P(z)/Q(z)$  неправильний, то шляхом ділення  $P(z)$  на  $Q(z)$  виділити цілу частину  $R(z)$  – деякий многочлен і дробову частину  $P_1(z)/Q_1(z)$  – правильний дріб.

2. Розкласти многочлен  $Q_1(z)$  на множники вигляду  $(z - c_k)^{v_k}$ , де  $c_k$  – попарно різні корені кратності  $v_k$  многочлена  $Q_1(z)$ .

3. Кожному множнику  $(z - c_k)^{v_k}$  поставити у відповідність суму  $\sum_{i=1}^{v_k} \frac{A_i^{(k)}}{(z - c_k)^i}$ ,  $k \in \overline{1, n}$ .

4. Записати рівність  $\frac{P_1(z)}{Q_1(z)} = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{v_k} \frac{A_i^{(k)}}{(z - c_k)^i}$ .

5. Звести праву частину останньої рівності до спільного знаменника і прирівняти чисельник знайденого дроби до  $P_1(z)$ .

6. Використовуючи умови рівності многочленів, обчислити невизначені коефіцієнти  $A_i^{(k)}$ .

7. Підставити знайдені коефіцієнти  $A_i^{(k)}$  у рівність 4 та проінтегрувати рівність  $f(z) = R(z) + \frac{P_1(z)}{Q_1(z)}$ :  $\int f(z) dz = \int R(z) dz + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{v_k} A_i^{(k)} \int \frac{dz}{(z - c_k)^i}$ .

8. Якщо для функції  $f(z) = \frac{P(z)}{Q(z)}$  усі коефіцієнти  $P(z)$  та  $Q(z)$  дійсні, то можна позбутися уявних виразів шляхом здійснення перетворень кожної пари інтегралів  $\int \frac{dt}{(z - c_k)^i}$  і  $\int \frac{dt}{(z - \overline{c_k})^i}$ , що відповідають парі взаємно спряжених коренів  $c_k$  і  $\overline{c_k}$ .

Для реалізації цього правила можна задіяти комп'ютерні засоби математики, наприклад Maxima.

Обчислимо за допомогою Maxima інтеграл  $\int \frac{z^4 - z - 1}{z^4 + z^2} dz$  згідно з наведеним вище алгоритмом.

1. Виділяємо цілу частину:

(%i1) divide(z^4-z-1,z^4+z^2);

(%o1) [1,-z^2 - z - 1]

Таким чином,  $\frac{z^4 - z - 1}{z^4 + z^2} = 1 - \frac{z^2 + z + 1}{z^4 + z^2}$ .

2. Розкладаємо на комплексні множники многочлен  $z^4 + z^2$ :

(%i2) gfactor(z^4+z^2);

(%o2) z^2(z-%i)(z+%i)

3, 4. Запишемо формальний розклад:

(%i3) A1/z^2+A2/z+A3/(z-%i)+A4/(z+%i)=(z^2+z+1)/z^2/(z-%i)/(z+%i);

(%o3)  $\frac{A1}{z^2} + \frac{A2}{z} + \frac{A3}{z - \%i} + \frac{A4}{z + \%i} = \frac{z^2 + z + 1}{z^2(z - \%i)(z + \%i)}$

5. Зведемо праву частину останньої рівності до спільного знаменника і прирівняємо чисельники:

(%i4) multthru(z^2\*(z-%i)\*(z+%i),%o3);

(%o5)  $z^2(z - \%i)A4 + z^2(z + \%i)A3 + z(z - \%i)(z + \%i)A2 + (z - \%i)(z + \%i)A1 = z^2 + z + 1$

6. Обчислимо невизначені коефіцієнти, покладаючи в останній рівності  $z = 0$ ,  $z = i$ ,  $z = -i$  та  $z = 1$  і розв'язуючи відповідну систему рівнянь:

(%i6) solve([ev(%o5,z=0),ev(%o5,z=%i),ev(%o5,z=-%i),ev(%o5,z=1)]);



(%o7) [[A2 = 1, A4 = -1/2, A3 = -1/2, A1 = 1]]

7. Подамо задану підінтегральну функцію  $f(z) = \frac{z^4 - z - 1}{z^4 + z^2}$  у вигляді суми цілої частини та елементарних дробів і проінтегруємо її:

(%i8) f: 1-lhs(%o3),%o7;

(%o8)  $\frac{1}{2(z+i)} + \frac{1}{2(z-i)} - \frac{1}{z} - \frac{1}{z^2} + 1$

(%i9) integrate(%o,z);

(%o9)  $\frac{\log(z+i)}{2} + \frac{\log(z-i)}{2} - \log(z) + z + \frac{1}{z}$

Враховуючи, що в Махіта через log позначається натуральний логарифм, запишемо відповідь:

$$\int \frac{z^4 - z - 1}{z^4 + z^2} dz = \frac{\ln(z+i)}{2} + \frac{\ln(z-i)}{2} - \ln z + z + \frac{1}{z} + C, \quad C \in \mathbb{C},$$

причому  $z \in \mathbb{C} \setminus (\{z : z = x \leq 0\} \cup \{z : z + i = x \leq 0\} \cup \{z : z - i = x \leq 0\})$  (рис. 3), проте встановити останнє можна лише за допомогою теоретичних міркувань, а не СКМ [4].

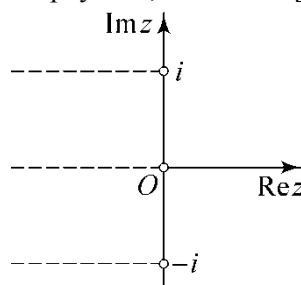


Рис. 3.

8. Оскільки коефіцієнти чисельника і знаменника підінтегральної функції дійсні, то в її невизначеному інтегралі можна позбутися уявних виразів. У даному випадку знайдемо суму двох логарифмів, які містять уявні вирази. Формально це можна зробити за допомогою Махіта:

(%i10) logcontract(log(z+i)+log(z-i)),expand;

(%o10) log(z<sup>2</sup> + 1)

При цьому відповідь набуде вигляду:  $\int \frac{z^4 - z - 1}{z^4 + z^2} dz = \frac{1}{2} \ln(z^2 + 1) - \ln z + z + \frac{1}{z} + C$  і ця рівність буде правильною для  $z \in \mathbb{C} \setminus (\{z : z = x \leq 0\} \cup \{z : z = iy, \text{ де } |y| \geq 1\})$  (рис. 4).

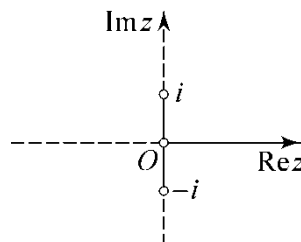


Рис. 4.

Методи інтегрування деяких класів ірраціональних алгебраїчних та трансцендентних функцій доцільно подати у вигляді таблиць 1 та 2.

Звертаючи увагу на проблему інтегрування у скінченному вигляді, доцільно підкреслити, що у сучасній математиці неелементарні функції (а їх значно більше, ніж елементарних) відіграють надзвичайно важливу роль, а використання сучасних комп'ютерних засобів математики взагалі нівелює відмінності між елементарними та неелементарними функціями, оскільки за їх допомогою можна швидко і легко оперувати як із звичайним синусом, так і з інтегральним, як з факторіалами, так і з гама-функцією, як з експонентою, так і з функцією Лапласа тощо.

Таблиця 1

Функція	Додаткові умови	Можливий метод інтегрування
$f(x) = R(u_1, u_2, \dots, u_r),$ $u_k = \left( \frac{ax+b}{cx+d} \right)^{m_k}, \quad k = 1, 2, \dots, r$	$ad - bc \neq 0, \quad m_k \in \mathbb{Z}, \quad n_k \in \mathbb{N}$ $\forall k = 1, 2, \dots, r$	Підстановка: $\frac{ax+b}{cx+d} = t^p,$ де $p = \text{НСК}(n_1, n_2, \dots, n_r)$

$f(x) = x^m(a + bx^n)^p$	$ab \neq 0$ , $m$ , $n$ і $p \in \mathcal{Q}$ . Функція $f$ інтегрується в скінченному вигляді тоді й тільки тоді, коли виконується хоча б одна з умов: 1) $p \in \mathcal{Z}$ , 2) $\frac{m+1}{n} \in \mathcal{Z}$ або 3) $\frac{m+1}{n} + p \in \mathcal{Z}$	Підстановки Чебишова: 1) $x = t^k$ , де $k$ – спільний знаменник $m$ і $n$ ; 2) $a + bx^n = t^s$ , де $s$ – знаменник $p$ ; 3) $a + bx^n = t^s x^n$ , де $s$ – знаменник $p$ ;
$f(x) = R(x, \sqrt{ax^2 + bx + c})$	$a \neq 0$ , $b^2 - 4ac \neq 0$ та існує інтервал $(\alpha; \beta)$ , для якого $ax^2 + bx + c > 0$ , коли $x \in (\alpha; \beta)$	Підстановки Ейлера: 1) $\sqrt{ax^2 + bx + c} = t - \sqrt{ax}$ , коли $a > 0$ ; 2) $\sqrt{ax^2 + bx + c} = xt - \sqrt{c}$ , коли $a < 0$ і $c > 0$ ; 3) $\sqrt{ax^2 + bx + c} = t(x - x_0)$ , коли $x_0$ – один з дійсних коренів тричлена $ax^2 + bx + c$ ;

Таблиця 2

Функція	Додаткові умови	Можливий метод інтегрування
$f(x) = P(x)\varphi(x)$	$P(x)$ – многочлен, $\varphi(x)$ – це $e^{ax}$ або $\cos ax$ , або $\sin ax$	Інтегрування частинами: $u = P(x)$ , $dv = \varphi(x)dx$
	$P(x)$ – многочлен, $\varphi(x)$ – це $\ln x$ або $\arcsin ax$ , або $\arccos ax$ , або $\arctg ax$ , або $\operatorname{arctg} ax$	Інтегрування частинами: $u = P(x)$ , $dv = \varphi(x)dx$
$f(x) = R(e^{ax})$	$a \neq 0$	Підстановка: $e^{ax} = t$
$f(x) = R(\sin ax, \cos ax) = R_1\left(\operatorname{tg} \frac{ax}{2}\right)$	$a \neq 0$	Універсальна підстановка: $\operatorname{tg} \frac{ax}{2} = t$
$f(x) = R(\sin ax, \cos ax)$	$R(-u, v) = -R(u, v)$ , $a \neq 0$	Підстановка: $\cos ax = t$
$f(x) = R(\sin ax, \cos ax)$	$R(u, -v) = -R(u, v)$ , $a \neq 0$	Підстановка: $\sin ax = t$
$f(x) = R(\sin ax, \cos ax)$	$R(-u, -v) = R(u, v)$ , $a \neq 0$	Підстановки: $\operatorname{tg} ax = t$ або $\operatorname{ctg} ax = t$
$f(x) = \sin^\nu x \cos^\mu x$	$\nu$ і $\mu$ раціональні, але не є одночасно цілими	Підстановка: $\sin^2 x = t$
$f(x) = \alpha(x)\beta(x)$	$\alpha(x)$ – це $\cos ax$ або $\sin ax$ $\beta(x)$ – це $\cos bx$ або $\sin bx$ , $a \neq 0$ , $b \neq 0$	Перетворити добуток $\alpha(x)\beta(x)$ на суму, наприклад: $\sin ax \cos bx = \frac{1}{2}(\sin(a+b)x + \sin(a-b)x)$ і т. ін.
$f(x) = \alpha(x)\beta(x)$	$\alpha(x)$ – це $e^{ax}$ , $\beta(x)$ – це $\cos bx$ або $\sin bx$ , $a \neq 0$ , $b \neq 0$	Двічі застосувати інтегрування частинами, кожного разу позначаючи $u = e^{ax}$

Проілюструємо можливості застосування СКМ Махіма при інтегуванні ірраціональних функцій. Досить широкий підклас інтегралів можна обчислити безпосередньо за командою integrate. Наприклад,

```
(%i1) 'integrate(sqrt(x)/(2+sqrt(x)),x);
```

```
(%o1)  $\int \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{x} + 2} dx$ 
```

```
(%i2) %,nouns;
```

```
(%o2)  $-8(\sqrt{x} + 2) + (\sqrt{x} + 2)^2 + 8\log(\sqrt{x} + 2)$ 
```

Разом з тим часто подібні інтеграли безпосередньо обчислити не вдається:

```
(%i3) integrate(((x+1)^2/(x-1)^5)^(1/3),x);
```

$$(\%o3) \int \frac{(x+1)^{2/3}}{(x-1)^{5/3}} dx$$

У такому випадку доцільно зробити заміну змінної:

(%i4) `changevar((x+1)/(x-1)=t^3,t,x);`

$$(\%o4) -3 \int \frac{t^4}{t^3-1} dt$$

(%i5) `%,nouns,expand;`

$$(\%o5) \frac{\log(t^2+t+1)}{2} - \sqrt{3} \operatorname{atan}\left(\frac{2t}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) - \log(t-1) - \frac{3t^2}{2}$$

Повернемося до попередньої змінної:

(%i6) `%,t=((x+1)/(x-1))^(1/3);`

$$(\%o6) \frac{\log\left(\frac{(x+1)^{2/3}}{(x-1)^{2/3}} + \frac{(x+1)^{1/3}}{(x-1)^{1/3}} + 1\right)}{2} - \sqrt{3} \operatorname{atan}\left(\frac{2(x+1)^{1/3}}{\sqrt{3}(x-1)^{1/3}} + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) - \log\left(\frac{(x+1)^{1/3}}{(x-1)^{1/3}} - 1\right) - \frac{3(x+1)^{2/3}}{2(x-1)^{2/3}}$$

Метод інтегрування частинами можна реалізувати у системі Maxima за допомогою команди `byparts1(x,u,dv):=(dv:integrate(dv,x),u*dv-'integrate(dv*rat(diff(u,x)),x))`, яку доцільно зберегти у файлі `bypart1.mac` для подальшого використання.

Наприклад, спробуємо обчислити інтеграл

(%i7) `'integrate(log(x+sqrt(1+x^2)),x);`

$$(\%o7) \int \log(\sqrt{x^2+1}+x) dx$$

(%i8) `%,nouns;`

$$(\%o8) - \int \frac{x}{(x^2+1)^{3/2} + x^3 + x} dx + x \log(\sqrt{x^2+1}+x) + \operatorname{atan}(x) - x$$

Зрозуміло, що така відповідь некоректна. Застосуємо тепер метод інтегрування частинами:

(%i9) `load(bypart1)$`

(%i10) `byparts1(x,log(x+sqrt(1+x^2)),1);`

$$(\%o10) x \log(\sqrt{x^2+1}+x) - \int \frac{x}{\sqrt{x^2+1}} dx$$

(%i11) `%,nouns;`

$$(\%o11) x \log(\sqrt{x^2+1}+x) - \sqrt{x^2+1}$$

Використання СКМ MathCAD надає дещо скромніші можливості обчислення невизначених інтегралів, ніж системи Maxima. Тому для обчислення складніших інтегралів доводиться частіше застосовувати метод заміни змінної. Розглянемо, як реалізувати цей метод на прикладі обчислення інтеграла  $\int \sqrt{x} \arctg \sqrt{x} dx$ .

1. Задаємо функцію, яку потрібно проінтегрувати:

$$f(x) := \sqrt{x} \operatorname{atan} \sqrt{x}.$$

2. Задаємо функцію  $x = g(t)$ , вводячи нову змінну, та обернену до неї функцію  $t = h(x)$ . При відшуканні цих функцій можна на окремому робочому аркуші скористатися командою `solve`.

$$g(t) := t^2 \quad h(x) := \sqrt{x}.$$

3. Окремо обчислюємо нову підінтегральну функцію  $f1(t)$ . Це робиться для того, щоб побачити її, а основне – щоб спростити перед інтегруванням. Без спрощування інтеграл зазвичай не обчислюється. Крім команди `simplify` для більшого спрощення доцільно задавати певні обмеження на змінну за допомогою команди `assume`. Щоб одночасно задати дві команди, їх вводять одну за одною, вибираючи з символічної панелі, або комбінацією клавіш `Ctrl` + `Shift` + `.` і вписуючи в порожні квадратики потрібні слова.

$$f1(t) := f(g(t)) \cdot \frac{d}{dt} g(t) \Big|_{\text{simplify}}^{\text{assume, } t>0} \rightarrow 2 \cdot t^2 \cdot \operatorname{atan}(t).$$

4. Знаходимо первісну  $G(t)$  відносно нової змінної  $t$  і спрощуємо її:

$$G(t) := \int f1(t) dt \Big|_{\text{simplify}}^{\text{assume, } t>0} \rightarrow \frac{\ln(t^2+1)}{3} - \frac{t^2}{3} + \frac{2 \cdot t^3 \cdot \operatorname{atan}(t)}{3}.$$

5. Повертаємося до попередньої змінної  $x$  і знаходимо шукану первісну  $F(x)$ :

$$F(x) := G(h(x)) \text{ simplify } \rightarrow \frac{\ln(x+1)}{3} - \frac{x}{3} + \frac{2 \cdot x^{\frac{3}{2}} \cdot \text{atan}(\sqrt{x})}{3}.$$

Аналогічно можна створити робочий аркуш для реалізації методу інтегрування частинами.

До XIX століття основною формулою обчислення інтеграла була формула Ньютона – Лейбніца,

тобто під інтегралом  $\int_a^b f(x) dx$  математики по суті розуміли інтеграл Ньютона – Лейбніца. У 1823 році

О. Коші виявив, що для неперервної функції  $f(x)$ ,  $x \in [a; b]$ , інтеграл  $\int_a^b f(x) dx$  можна як завгодно

добре наблизити інтегральними сумами вигляду  $\frac{b-a}{n} \sum_{k=0}^{n-1} f(a + \frac{b-a}{n} k)$ , тобто

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{b-a}{n} \sum_{k=0}^{n-1} f(a + \frac{b-a}{n} k) \text{ і останню рівність можна вважати означенням інтеграла } \int_a^b f(x) dx$$

для неперервної функції  $f(x)$ ,  $x \in [a; b]$ .

У 1853 році Б. Ріман узагальнив ідею О. Коші і запропонував означення інтеграла  $\int_a^b f(x) dx$  як

границі загальнішої інтегральної суми вигляду  $\sum_{k=0}^{n-1} f(x_k^*) \Delta x_k$ , де  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_k < x_{k+1} < \dots < x_n = b$ ,

$\Delta x_k = x_{k+1} - x_k$ ,  $x_k^* \in [x_k; x_{k+1}]$  і  $\max_{0 \leq k \leq n-1} \Delta x_k \rightarrow 0$ . Б. Ріман та інші математики дослідили питання

існування інтеграла (який на честь Б. Рімана зараз називають *інтегралом Рімана* або *R-інтегралом*) і виявилось, що умова неперервності зовсім не є обов'язковою для існування R-інтеграла. Важливо лише, щоб функція  $f$  була обмеженою на відрізку  $[a; b]$ , а точки розриву цієї функції можна було покрити скінченною або зчисленною кількістю інтервалів, сума довжин яких є як завгодно малою. А. Лебег довів, що ці умови є необхідними і достатніми для існування R-інтеграла.

Також виявляється, що загальна теорія R-інтеграла не є набагато складнішою за теорію інтеграла від неперервної функції. Тому курс інтегрального числення для майбутніх вчителів математики повинен бути близьким до сучасної теорії інтеграла, творцями якої були О. Коші, Б. Ріман, А. Лебег та багато інших математиків XIX-XX століття.

Поняття інтегральної суми Рімана та її границі (яку називають R-інтегралом), коли дрібність поділу прямує до нуля, зручно ілюструвати за допомогою сучасних комп'ютерних засобів математики, наприклад MathCAD.

Створимо робочий аркуш, щоб проілюструвати сутність поняття R-інтеграла і геометричний зміст інтегральних сум та R-інтеграла. Для прикладу розглянемо функцію  $f(x) = x(1 + \sin x)$  на відрізку  $[a; b] = [0; 3\pi]$ . Цей відрізок поділимо на  $n$  рівних частин точками  $x_k$ , а проміжними точками  $c_k$  вважатимемо серединні точки відрізків поділу.

$$f(x) := x \cdot (1 + \sin(x)) \quad a := 0 \quad b := 3 \cdot \pi \quad n := 6 \quad k := 0..n$$

$$x(k) := a + k \cdot \frac{b-a}{n} \quad c(k) := \frac{x(k) + x(k+1)}{2} \quad \Delta x(k) := x(k+1) - x(k)$$

$$S(n) := \sum_{k=0}^{n-1} (f(c(k)) \cdot \Delta x(k)) \quad I := \int_a^b f(x) dx \quad \delta := \frac{|S(n) - I|}{I} \cdot 100$$

Побудувавши інтегральну суму  $S(n)$ , обчислимо її значення і порівняємо з точним (у межах заданої точності) значенням інтеграла  $I$  та обчислимо відносну похибку  $\delta$  (%) наближеної рівності  $S(n) \approx I$ .

$$S(n) = 54.882 \quad I = 53.838 \quad \delta = 1.938$$

Побудуємо рисунок (рис. 5), ввівши на осі ординат  $f(c(k))$ ,  $f(t)$ , а на осі абсцис  $c(k)$ ,  $t$  і задавши у чорних квадратах межі  $a$  та  $b$  для змінної  $t$ .

Щоб графік став таким, як на даному рисунку, потрібно: 1) увійти до його контекстного меню, 2) вибрати "Форматування...", 3) на вкладці "Осі X-Y" познімати всі галочки й вибрати стиль осей "що перетинаються", 4) на вкладці "Графіки" задати тип першої лінії "панель заповнень", а також вибрати бажані колір і товщину ліній; 5) на вкладці "Підписи" задати заголовок малюнка.

### Геометричний зміст інтеграла та інтегральної суми

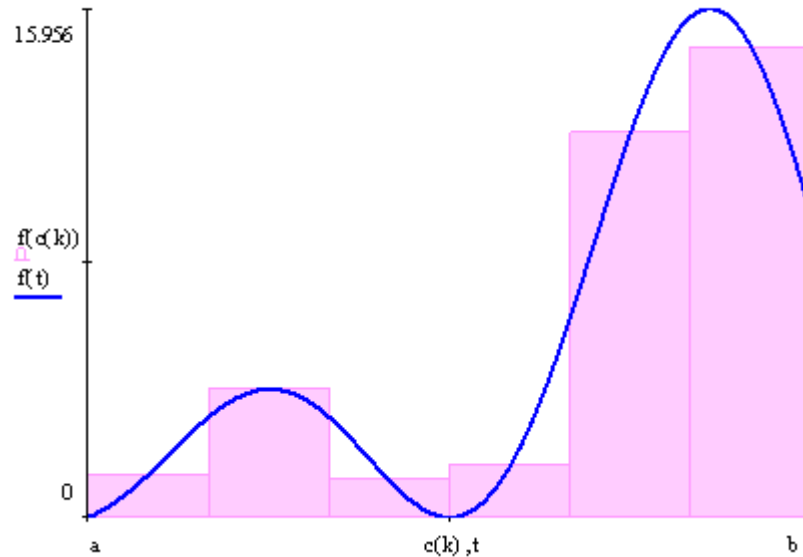


Рис. 5.

За допомогою створеного вище робочого аркуша можна проілюструвати, як зростає точність наближення  $S(n)$  до  $I$  при збільшенні  $n$ . Так, поклавши  $n := 25$ , дістанемо (рис. 6):

$$S(n) = 53.926 \quad I = 53.838 \quad \delta = 0.163$$

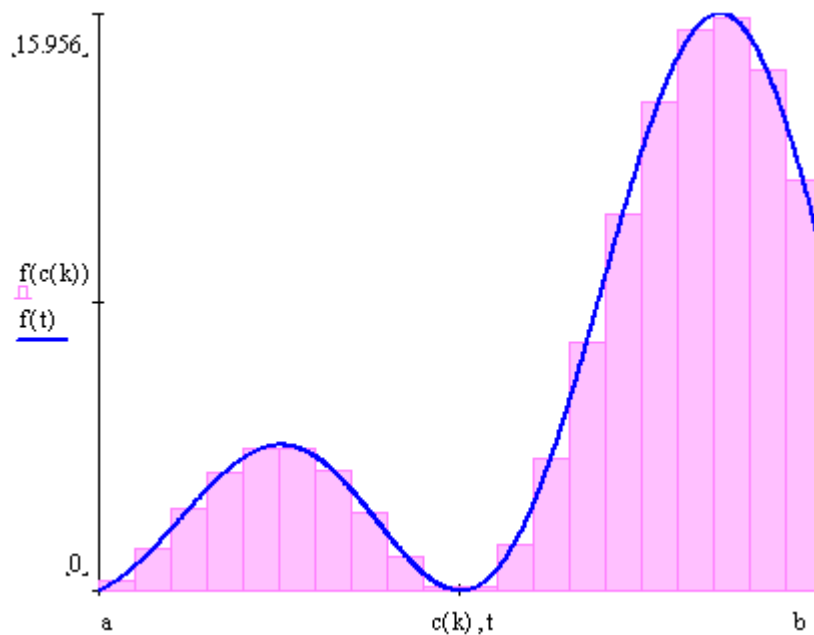


Рис. 6.

Очевидно, наскільки точнішим стало наближення при дрібнішому поділі. Так само легко можна змінити відрізок  $[a; b]$  чи навіть функцію  $f(x)$  і миттєво побачити результати.

Наведемо ще одну ілюстрацію, яку можна виконати в MathCAD, – це обчислення інтеграла Рімана як границі інтегральної суми та порівняння з точним значенням.

Щоб номер  $n$  можна було спрямовувати до нескінченності, треба його зробити вільною змінною. Тому внесемо потрібні зміни у попередні формули і створимо новий аркуш.

$$f(x) := x \cdot (1 + \sin(x)) \quad a := 0 \quad b := 3 \cdot \pi$$

$$x(k, n) := a + k \cdot \frac{b-a}{n} \quad c(k, n) := \frac{x(k, n) + x(k+1, n)}{2}$$

$$\Delta x(k, n) := x(k+1, n) - x(k, n) \quad S(n) := \sum_{k=0}^{n-1} (f(c(k, n)) \cdot \Delta x(k, n))$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S(n) \text{ simplify} \rightarrow \frac{3 \cdot \pi \cdot (3 \cdot \pi + 2)}{2} \quad \int_a^b f(x) dx \rightarrow \frac{3 \cdot \pi \cdot (3 \cdot \pi + 2)}{2}$$

Наведені ілюстрації розкривають *сутність*  $R$ -інтеграла як *границі інтегральної суми*:

$R$ -інтеграл – це число  $I$ , для якого правильна приближена рівність  $\sum_{k=0}^{n-1} f(x_k^*) \Delta x_k \approx I$ , причому

абсолютну похибку приближення можна зробити як завгодно малою, якщо дрібність поділу  $T$  (якою є число  $\lambda(T) = \max_{0 \leq k \leq n-1} \Delta x_k$ ) вибрати досить малою. При цьому вибір проміжних точок  $x_k^* \in [x_k; x_{k+1}]$  не повинен впливати на точність приближення. Підкреслимо, що у математиці насамперед слід звертати увагу на сутність математичних понять, і лише після того, як вона стає зрозумілою, можна опановувати формальні означення і пов'язані з ним твердження.

Так, наприклад, виходячи із сутності поняття  $R$ -інтеграла, можна легко довести, що необмежена функція не може бути  $R$ -інтегрованою, а також критерії  $R$ -інтегровності.

Дійсно, якщо функція  $f$  необмежена на відрізку  $[a; b]$ , то для будь-якого поділу  $(T)$  цього відрізка точками  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$  модуль інтегральної суми  $\sum_{k=0}^{n-1} f(x_k^*) \Delta x_k$  можна зробити як завгодно великим за рахунок спеціального вибору однієї проміжної точки  $x_{k_0}^* \in [x_{k_0}; x_{k_0+1}]$ : цю точку вибирають так, щоб  $|f(x_{k_0}^*) \Delta x_{k_0}|$  був більшим за модуль всіх інших доданків на величину  $1/\lambda(T) \rightarrow +\infty$ , коли  $\lambda(T) \rightarrow 0$ . Тому інтегральні суми  $\sum_{k=0}^{n-1} f(x_k^*) \Delta x_k$  не можуть бути як завгодно добрими приближеннями будь-якого числа  $I$ , тобто функція  $f$  не є  $R$ -інтегрованою.

Аналогічно, сутність кожного критерія  $R$ -інтегровності полягає у тому, що усі інтегральні суми даної обмеженості функції, а тому й “найменша” та “найбільша” інтегральні суми повинні як завгодно мало відрізнятися від певного числа, а тому й одна від одної, коли дрібність поділу  $T$  досить мала. Роль “найменшої” і “найбільшої” інтегральних сум відіграють суми Дарбу: нижня –  $S_*(T)$  та верхня –  $S^*(T)$ . Отже, умова  $S^*(T) - S_*(T) \rightarrow 0$  є необхідною й достатньою для  $R$ -інтегровності обмеженої функції.

Серед критеріїв  $R$ -інтегровності особливе місце посідають ті, які пов'язані з фіксованою послідовністю поділів відрізка  $[a; b]$ , для якої  $\lambda(T_n) \rightarrow 0$  ( $n \rightarrow \infty$ ).

Нагадаємо, що О. Коші розглядав лише поділ  $(T_n)$  відрізка  $[a; b]$  на  $n$  рівних відрізків точками  $x_k = a + \frac{b-a}{n} \cdot k$ ,  $k = 0, 1, \dots, n$ .

Згадані критерії стверджують, що коли для однієї послідовності  $(T_n)$ , для якої  $\lambda(T_n) \rightarrow 0$ , ( $n \rightarrow \infty$ ), інтегральні суми  $S(T_n)$  прямують до числа  $I$ , коли  $n \rightarrow \infty$ , то інтегральні суми  $S(T_n^*)$  прямують до цього самого числа  $I$  для будь-якої іншої послідовності  $(T_n^*)$  поділів відрізка  $[a; b]$ , аби тільки  $\lambda(T_n^*) \rightarrow 0$ ,  $n \rightarrow \infty$ .

Цей факт має велике практичне значення, оскільки дозволяє на практиці вибирати таку послідовність поділів, яка є зручною для обчислення інтегральних сум і знаходження границі інтегральних сум. Наприклад, можна ділити відрізок  $[a; b]$  на  $n$  рівних відрізків, як це робив свого часу О. Коші.

Отже фіксувати спосіб поділу  $(T_n)$ , можна навіть тоді, коли невідомо,  $R$ -інтегровна функція  $f$ , чи ні. На відміну від цього фіксувати спосіб вибору проміжних точок можна лише тоді, коли відомо, що функція  $f \in R$ -інтегрованою на відрізку  $[a; b]$ . Тому важливими для практики є достатні умови  $R$ -інтегровності обмеженої функції, серед яких виділимо умову, за якою *множина точок розриву є не більш ніж зчисленною*, яку задовольняють і неперервні функції, і монотонні, і переважна більшість інших функцій, що зустрічаються на практиці.

Досить часто властивості  $R$ -інтеграла формулюють і доводять лише для неперервних функцій, коли відповідні твердження майже очевидні, а їх доведення майже тривіальні. Випадок неперервних функцій доцільно використовувати для “відкриття” відповідної властивості, використовуючи геометричний та інші змісти  $R$ -інтеграла. А доведення “відкритих” властивостей бажано проводити для довільних  $R$ -інтегровних функцій. Ці доведення нетривіальні, проте цілком доступні майбутнім учителям і разом з тим суттєво сприяють формуванню їхньої математичної культури.

Усі властивості  $R$ -інтеграла можна поділити на три групи:

- найпростіші, які випливають безпосередньо з означення  $R$ -інтеграла. Це властивості про  $R$ -інтеграл від сталої функції, про лінійність  $R$ -інтеграла, про монотонність  $R$ -інтеграла і наслідки з них – теореми про середнє;
- властивості, що випливають з критеріїв  $R$ -інтегровності. Це властивість про  $R$ -інтегровність модуля і добутку функцій та нерівність Коші – Буняковського, про адитивність  $R$ -інтеграла і властивість про почленне  $R$ -інтегрування функціонального ряду, яка є суттєвим узагальненням властивості лінійності  $R$ -інтеграла;
- властивості інтеграла з верхньою змінною межею інтегрування і наслідки з них – узагальнена формула Ньютона–Лейбніца і формули заміни змінної та інтегрування частинами.

Усі властивості  $R$ -інтеграла зручно ілюструвати за допомогою сучасних комп'ютерних засобів математики, звертаючи особливу увагу на те, що формальне використання навіть найдосконалішого комп'ютерного засобу математики може призвести до грубих помилок. Тому лише знання теоретичного матеріалу і вміння використовувати ці знання можуть гарантувати знаходження шуканого розв'язку задачі за допомогою комп'ютерних засобів математики чи без цієї допомоги.

Наведемо деякі приклади застосувань комп'ютерних засобів математики при вивченні властивостей  $R$ -інтеграла.

Програму Gran1 можна використати для ілюстрування основних властивостей інтеграла Рімана. Так, лінійну властивість можна ілюструвати при розв'язуванні наступної задачі.

**Задача.** Дано фігури  $\Phi_1 = \{(x, y) : x \in [-1; 2], 0 \leq y \leq 2^{-|x|}\}$  і  $\Phi_2 = \{(x, y) : x \in [-1; 2], 0 \leq y \leq 3 \cdot 2^{-|x|}\}$ . Потрібно зобразити ці фігури на одному рисунку, знайти площі  $S_1$  та  $S_2$  цих фігур і відношення  $S_2 : S_1$ .

Спочатку задаємо функції та будуємо їхні графіки. Далі у вікні “Список об'єктів” ставимо мітки проти першої, а потім проти другої функції та обчислюємо відповідні інтеграли із занесенням до відповідей (рис. 7). При цьому буде заштриховано фігури  $\Phi_1$  і  $\Phi_2$  та обчислено їх площі (рис. 8):

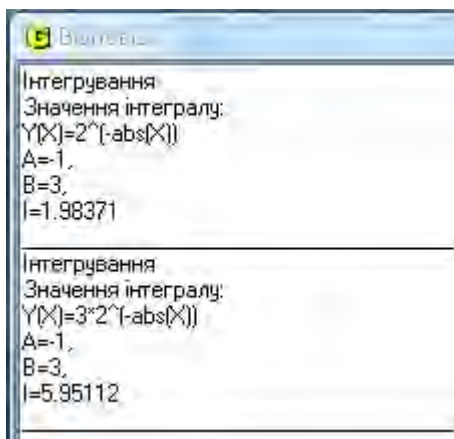


Рис. 7

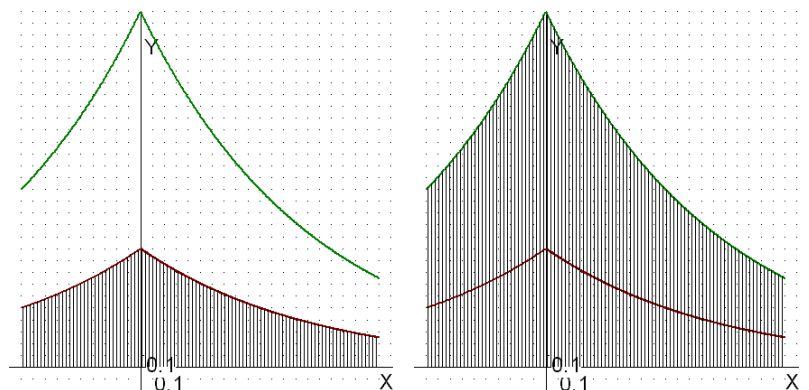


Рис. 8.

Після цього за допомогою калькулятора ділимо другий інтеграл на перший і знаходимо відношення площ  $S_2 : S_1 = 5.95112 : 1.98373 = 2.99999$ . Робимо висновок, що при розтягненні фігури у 3 рази її площа теж збільшується утричі. Похибка в  $10^{-6}$  пов'язана з тим, що при обчисленні за допомогою комп'ютера використовуються не точні дійсними числа, а їх десяткові наближення.

Потужнішу програму Maxima можна застосовувати для ілюстрування всіх властивостей  $R$ -інтеграла, зокрема для виконання заміни змінної у  $R$ -інтегралі.

З одного боку, у Maxima є команда `changevar`, за допомогою якої можна робити заміну змінної як у невизначеному інтегралі, так і в  $R$ -інтегралі. Наприклад,

```
(%i1) 'integrate(sqrt(%e^x-1),x,0,log(2));
```

```
(%o1) ∫₀^{log(2)} √{e^x - 1} dx
```

```
(%i2) changevar(%e^x-1=t^2,t,x);
```

```
(%o2) -2 ∫_{-1}^0 \frac{t|t|}{t^2 + 1} dt
```

```
(%i3) assume(t<0)$
```

```
(%o4) %o2,simp;
```

$$(\%o4) -2 \int_{-1}^0 \frac{t^2}{t^2+1} dt$$

(%i5) %, nouns;

$$(\%o5) -\frac{\pi-4}{2}$$

Зауважимо, що така сама відповідь отримується і при безпосередньому обчисленні даного інтеграла за командою integrate.

Проте часто при застосуванні команди changevar виникають помилки, як у наступному прикладі:

(%i1) 'integrate(x^2,x,1,2)\$

$$(\%o1) \int_1^2 x^2 dx$$

(%i2) changevar(%,x^2=t,t,x);

$$(\%o2) -\frac{1}{2} \int_1^4 \sqrt{t} dt$$

Очевидно, ця відповідь неправильна, оскільки початковий інтеграл був невід'ємним, а отриманий інтеграл від'ємний. Такі помилки змушують проявляти обережність при застосуванні команди changevar.

Якщо робити заміну змінної в  $R$ -інтегралі за допомогою програми MathCAD, то доведеться виконати кілька кроків, але завдяки цьому з'являється і можливість краще розуміти хід розв'язування та контролювати його.

Для прикладу, обчислимо інтеграл  $\int_1^3 \frac{\sqrt{9-x^2}}{x^4} dx$  за допомогою тригонометричної підстановки.

Створимо такий робочий аркуш.

$$f(x) := \frac{\sqrt{9-x^2}}{x^4} \quad a := 1 \quad b := 3$$

$$g(t) := 3 \cdot \sin(t)$$

Знаходимо нові межі інтегрування  $a1$  та  $b1$ , враховуючи графік функції  $g(t)$  (рис. 9):

$$g(t) = a \text{ solve} \rightarrow \begin{pmatrix} \pi - \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \\ \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \end{pmatrix} \quad g(t) = b \text{ solve} \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$a1 := \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \quad b1 := \frac{\pi}{2}$$

Утворюємо нову підінтегральну функцію  $f2(t)$  у вигляді добутку  $f1(t) \cdot dg(t)$ , де

$$dg(t) := \frac{d}{dt} g(t) \rightarrow 3 \cdot \cos(t) \quad f1(t) := f(g(t)) \rightarrow \frac{\sqrt{1-\sin(t)^2}}{27 \cdot \sin(t)^4}$$

Оскільки функцію  $f1(t)$  можна спростити, але за командами MathCAD це зробити не вдається, то перевизначимо її вручну:

$$f1(t) := \frac{\cos(t)}{27 \cdot \sin(t)^4} \quad f2(t) := f1(t) \cdot dg(t) \rightarrow \frac{\cos(t)^2}{9 \cdot \sin(t)^4}$$

Нарешті, обчислюємо інтеграл за новою змінною:

$$I := \int_{a1}^{b1} f2(t) dt \quad I \rightarrow -\frac{16 \cdot \sqrt{2}}{27}$$

Але отриманий за допомогою програми MathCAD містить помилку в знаці! Для з'ясування причини цієї помилки спробуємо знайти за допомогою MathCAD відповідний невизначений інтеграл:

$$\int \frac{\cos(t)^2}{\sin(t)^4} dt \rightarrow \frac{\cos(t)^3}{3 \cdot \sin(t)^3}$$

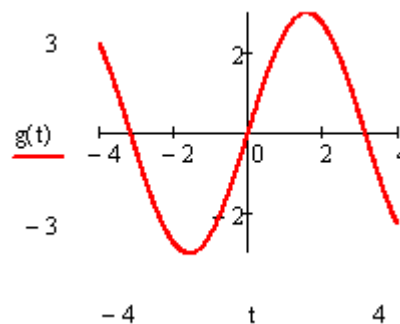


Рис. 9.



Неважко переконатися, що тут втрачено знак “мінус”.

Таким чином, за допомогою програми MathCAD можна обчислювати  $R$ -інтеграли за методом заміни змінної, але при цьому слід пам'ятати, що отримані за допомогою комп'ютера результати не завжди правильні і потребують додаткової перевірки.

У 1894 році Т. Стілтєс запропонував новий підхід до введення поняття інтеграла, сутність якого полягає в узагальненні поняття довжини (міри) проміжка  $[a; b]$ , де  $-\infty < a < b < +\infty$ . Звичайна міра (довжина) проміжка  $[a; b]$  – це  $b - a$ , її називають *мірою Лебега*, який поширив поняття довжини проміжка на множини надзвичайно складної природи. Т. Стілтєс по суті запропонував вважати довжиною (*мірою Стілтєса*) проміжка  $[a; b]$  різницю  $g(b) - g(a)$ , де  $g(x)$ ,  $x \in (-\infty; +\infty)$ , – задана неспадна функція. Зокрема, якщо  $g(x) = x$ , то  $g(b) - g(a) = b - a$  – звичайна довжина проміжка  $[a; b]$  – міра Лебега цього проміжка. Отже, Т. Стілтєс запропонував лише загальніше тлумачення поняття довжини проміжка. В усьому іншому його підхід до введення поняття інтеграла (який називають інтегралом Стілтєса) і дослідження властивостей цього інтеграла співпадає з відповідним підходом до введення інтеграла Рімана і дослідження його властивостей:

- *інтегральна сума Стілтєса* має вигляд  $\sum_{k=0}^{n-1} f(x_k^*) \Delta g(x_k)$ , де  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$  –  $(T)$ -поділ

відрізка  $[a; b]$ ,  $x_k^* \in [x_k; x_{k+1}]$  – проміжні точки, а  $\Delta g(x_k) = g(x_{k+1}) - g(x_k)$  – узагальнена довжина проміжка  $[x_k, x_{k+1}]$ ;

- *границя інтегральної суми Стілтєса*, коли дрібність  $\lambda(T)$  прямує до нуля, вводиться так саме як і для інтегральної суми Рімана; ця границя називається *інтегралом Стілтєса* функції  $f$  за мірою  $g$  і позначається  $(S) \int_a^b f(x) dg(x)$ , причому функція  $f$  називається  $S_g$ -інтегрованою на відрізку  $[a; b]$ ;

- критерії  $S_g$ -інтегрованості аналогічні критеріям  $R$ -інтегрованості;
- властивості інтеграла Стілтєса аналогічні властивостям інтеграла Рімана;
- обчислення інтеграла Стілтєса зводиться до обчислення  $R$ -інтеграла, коли функція  $f \in$

$R$ -інтегрованою на  $[a; b]$ , а  $g(x) = g(a) + \int_a^x \varphi(t) dt$ ,  $x \in [a; b]$ :  $(S) \int_a^b f(x) dg(x) = (R) \int_a^b f(x) \cdot \varphi(x) dx$ .

Об'єднання ідей А. Лебега і Т. Стілтєса дало можливість побудувати надзвичайно змістовну теорію міри та інтеграла Лебега – Стілтєса, яка відіграє важливу роль у сучасній математиці та її застосуваннях. Тому, враховуючи природність і прозорість узагальнення, запропоноване Т. Стілтєсом, доцільно ознайомити майбутніх учителів математики з цим узагальненням, як з прикладом важливості аналогій у математиці і водночас необхідності акуратно користуватися аналогіями.

Іншим напрямком узагальнення поняття визначеного інтеграла є поширення цього поняття на функції, що визначені на необмеженому проміжку або є необмеженими в околах окремих точок проміжка  $\langle a; b \rangle$ , що є або не є відрізком. Ідея такого узагальнення запропонована і в основному реалізована у 1823 році О.Коші. Сутність ідеї О.Коші наступна.

Спочатку вводиться поняття невластного інтеграла функції  $f$ : 1) на проміжку  $[a; b]$ ,  $-\infty < a < b \leq +\infty$ ; 2) на проміжку  $(a; b]$ ,  $-\infty \leq a < b \leq +\infty$ . Так називають формальний вираз  $\int_a^b f(x) dx$  за умови інтегрованості функції  $f$  відповідно: 1) на кожному відрізку  $[a; c]$ , де  $a < c < b$ ; 2) на кожному відрізку  $[c; b]$ , де  $a < c < b$ .

Наприклад, невластими  $R$ -інтегралами, є вирази  $\int_0^1 \frac{dx}{x}$ ,  $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x}$ ,  $\int_{-1}^0 \frac{dx}{x}$  і  $\int_{-\infty}^{-1} \frac{dx}{x}$ , а вираз  $\int_0^1 \frac{dx}{\sin \frac{1}{x}}$  не є

невластим інтегралом, оскільки функція  $\frac{1}{\sin \frac{1}{x}}$  не є інтегрованою на кожному відрізку  $[c; 1]$ ,  $0 < c < \frac{1}{\pi}$ .

Невласний інтеграл  $\int_a^b f(x) dx$  на проміжку  $[a; b)$  (на проміжку  $(a; b]$ ) називають збіжним до

числа  $I$ , яке називають значенням цього невластного інтеграла, якщо  $I = \lim_{c \rightarrow b-0} \int_a^c f(x) dx$

( $I = \lim_{c \rightarrow a+0} \int_c^b f(x) dx$ ). При цьому позначають  $\int_a^b f(x) dx = I$ . У випадку, коли вказана границя нескінченна або взагалі не існує, невластний інтеграл називають розбіжним і він відповідно має нескінченне значення (що позначають  $\int_a^b f(x) dx = \infty$ ) або взагалі не має значення.

Умови збіжності невластних інтегралів співпадають з відповідними умовами існування границі функції у точці (скінченній чи нескінченно віддаленій). Цей факт доцільно використовувати, коли поняття невластного інтеграла та його значення ілюструється за допомогою комп'ютерних засобів математики.

Так, за допомогою СКМ Maxima можна обчислювати невластні інтеграли з нескінченними межами та невластні інтеграли від необмежених функцій. Наприклад:

(%i1) 'integrate(1/(x^3+1),x,0,inf)=integrate(1/(x^3+1),x,0,inf);

$$(\%o1) \int_0^{\infty} \frac{1}{x^3+1} dx = \frac{2\pi}{3^{3/2}}$$

(%i2) 'integrate((2\*x-1)/(x^4+1),x,minf,inf)=integrate((2\*x-1)/(x^4+1),x,minf,inf);

$$(\%o2) \int_{-\infty}^{\infty} \frac{2x-1}{x^4+1} dx = -\frac{\pi}{\sqrt{2}}$$

(%i3) 'integrate(1/x^(1/3),x,-1,8)=integrate(1/x^(1/3),x,-1,8);

$$(\%o3) \int_{-1}^8 \frac{1}{x^{1/3}} dx = \frac{9}{2}$$

(%i4) 'integrate(x^2/sqrt(9-x^2),x,-3,3)=integrate(x^2/sqrt(9-x^2),x,-3,3);

$$(\%o4) \int_{-3}^3 \frac{x^2}{\sqrt{9-x^2}} dx = \frac{9\pi}{2}$$

Проте, крім готової відповіді, за допомогою Maxima можна обчислювати невластні інтеграли за означенням, тобто спочатку знаходити відповідні визначені інтеграли, а потім переходити до границі. Обчислимо цим способом інтеграли (%o1) – (%o4), подані вище:

(%i1) 'limit(integrate(1/(x^3+1),x,0,b),b,inf);

Is b positive, negative, or zero? p;

$$(\%o1) \lim_{b \rightarrow \infty} -\frac{\log|b^2-b+1|}{6} + \frac{\operatorname{atan}\left(\frac{2\sqrt{3}b-\sqrt{3}}{3}\right)}{\sqrt{3}} + \frac{\log(b+1)}{3} + \frac{\pi}{2 \cdot 3^{3/2}}$$

(%i2) 'integrate(1/(x^3+1),x,0,inf)=ev(%o1,nouns,ratsimp);

$$(\%o2) \int_0^{\infty} \frac{1}{x^3+1} dx = \frac{2\pi}{3^{3/2}}$$

(%i3) 'limit(integrate((2\*x-1)/(x^4+1),x,a,0),a,minf)+

'limit(integrate((2\*x-1)/(x^4+1),x,0,b),b,inf),logcontract;

Is a positive, negative, or zero? n;

Is b positive, negative, or zero? p;

$$(\%o3) \frac{\lim_{a \rightarrow -\infty} \log\left(\frac{a^4+2^{3/2}a^3+4a^2+2^{3/2}a+1}{a^4-2^{3/2}a^3+4a^2-2^{3/2}a+1}\right) + (2^{7/2}+4)\operatorname{atan}(\sqrt{2}a+1) + (4-2^{7/2})\operatorname{atan}(\sqrt{2}a-1) - 2^{5/2}\pi}{2^{7/2}}$$

$$\frac{\lim_{b \rightarrow \infty} \log\left(\frac{b^4+2^{3/2}b^3+4b^2+2^{3/2}b+1}{b^4-2^{3/2}b^3+4b^2-2^{3/2}b+1}\right) + (2^{7/2}+4)\operatorname{atan}(\sqrt{2}b+1) + (4-2^{7/2})\operatorname{atan}(\sqrt{2}b-1) - 2^{5/2}\pi}{2^{7/2}}$$

(%i4) 'integrate((2\*x-1)/(x^4+1),x,minf,inf)=ev(%o3,nouns,ratsimp);

$$(\%o4) \int_0^{\infty} \frac{1}{x^3+1} dx = \frac{2\pi}{3^{3/2}}$$

(%i5) 'limit(integrate(1/x^(1/3),x,-1,a),a,0,minus)+

'limit(integrate(1/x^(1/3),x,c,8),c,0,plus);

Is a+1 positive, negative, or zero? n;

Is c-8 positive, negative, or zero? n;

Is c positive, negative, or zero? p;

$$(\%o5) \lim_{c \rightarrow 0^+} 6 - \frac{3c^{2/3}}{2} + \lim_{a \rightarrow 0^-} \frac{3a^{2/3}}{2} - \frac{3}{2}$$

(%i6) 'integrate(1/x^(1/3),x,-1,8)=ev(%o5,nouns,ratsimp);

$$(\%o6) \int_{-1}^8 \frac{1}{x^{1/3}} dx = \frac{9}{2}$$

(%i7) 'limit(integrate(x^2/sqrt(9-x^2),x,a,0),a,-3,plus)+

'limit(integrate(x^2/sqrt(9-x^2),x,0,c),c,3,minus);

Is a positive, negative, or zero? n;

Is a+3 positive, negative, or zero? p;

Is c positive, negative, or zero? p;

Is c-3 positive, negative, or zero? n;

$$(\%o7) \frac{\lim_{a \rightarrow -3^+} a\sqrt{9-a^2} - 9\operatorname{asin}\left(\frac{a}{3}\right)}{2} - \frac{\lim_{c \rightarrow 3^-} c\sqrt{9-c^2} - 9\operatorname{asin}\left(\frac{c}{3}\right)}{2}$$

(%i8) 'integrate(x^2/sqrt(9-x^2),x,-3,3)=ev(%o7,nouns,ratsimp);

$$(\%o8) \int_{-3}^3 \frac{x^2}{\sqrt{9-x^2}} dx = \frac{9\pi}{2}$$

Подальше узагальнення поняття невластного інтеграла та його значення може бути таким.

*Невластним інтегралом* функції  $f$  на довільному проміжку  $\langle a; b \rangle$  називають вираз  $\int_a^b f(x) dx$  за

умови існування скінченної кількості точок  $x_k$ ,  $k \in \overline{0, n}$ , таких що  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ , причому

кожен вираз  $\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x) dx$  є невластним інтегралом функції  $f$  на проміжку  $[x_k; x_{k+1})$  або на проміжку

$(x_k; x_{k+1}]$ . Цей невластний інтеграл  $\int_a^b f(x) dx$  називають збіжним, коли збіжним є кожен невластний

інтеграл  $\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x) dx$ ,  $k \in \overline{0, n-1}$ . При цьому позначають  $\int_a^b f(x) dx = \sum_{k=0}^{n-1} \int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x) dx$ , тобто значення

невластного інтеграла  $\int_a^b f(x) dx$  дорівнює за означенням сумі значень невластних інтегралів  $\int_{x_n}^{x_{k+1}} f(x) dx$ .

У випадку, коли принаймні один з невластних інтегралів  $\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x) dx$  розбіжний, розбіжним

вважають і невластний інтеграл  $\int_a^b f(x) dx$  і для такого невластного інтеграла скінченного значення не існує.

Деякі розбіжні невластні інтеграли можуть мати так звані *головні значення* і вважатися збіжними у розумінні головних значень.

Так, головним значенням розбіжного невластного інтеграла  $\int_{-1}^1 \frac{dx}{x}$  є число

$$I = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0^+} \left( \int_{-1}^{-\varepsilon} \frac{dx}{x} + \int_{\varepsilon}^1 \frac{dx}{x} \right) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0^+} (\ln \varepsilon - \ln 1 + \ln 1 - \ln \varepsilon) = 0.$$

За допомогою деяких сучасних комп'ютерних засобів математики (зокрема, Maxima) можна обчислювати головні значення невластних інтегралів, проте формальне використання цих засобів може призвести до грубих помилок.

Обчислимо, наприклад, за допомогою Maxima кілька невластних інтегралів у сенсі головного значення безпосередньо за командою integrate, а також шляхом граничного переходу.

Почнемо з інтеграла  $\int_a^b \frac{dx}{x}$ ,  $a < 0$ ,  $b > 0$ . Спочатку обчислимо його безпосередньо:

```
(%i1) [assume(a<0),assume(b>0)]$
```

```
(%i2) integrate(1/x,x,a,b);
```

Principal Value

```
(%o2) log(b) - log(a) + i*pi
```

```
(%i3) rectform(%);
```

```
(%o3) log(b) - log(-a)
```

Отже, за допомогою системи Maxima отримано готовий результат з попередженням про те, що це головне значення невластного інтеграла. Обчислимо тепер цей результат, спираючись на означення головного значення:

```
(%i4) 'integrate(1/x,x,a,-r)+'integrate(1/x,x,r,b)=
```

```
integrate(1/x,x,a,-r)+integrate(1/x,x,r,b);
```

Is r + a positive, negative, or zero? n;

Is r positive, negative, or zero? p;

Is a positive, negative, or zero? n;

Is r - b positive, negative, or zero? n;

```
(%o4)  $\int_r^b \frac{1}{x} dx + \int_a^{-r} \frac{1}{x} dx = \log(b) - \log(-a)$ 
```

Спробуємо обчислити ще один інтеграл безпосередньо:

```
(%i5) 'integrate(tan(x),x,-%pi/2,%pi/2)=integrate(tan(x),x,-%pi/2,%pi/2);
```

```
(%o5)  $\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \tan(x) dx = 0$ 
```

Цього разу не вказано, що це головне значення невластного інтеграла. Тому можна подумати, що обчислений інтеграл був збіжним невластним або звичайним рімановим. Спробуємо переобчислити заданий інтеграл ще раз, інакше записавши підінтегральну функцію:

```
(%i6) 'integrate(sin(x)/cos(x),x,-%pi/2,%pi/2)=
```

```
integrate(sin(x)/cos(x),x,-%pi/2,%pi/2);
```

Principal Value

```
(%o6)  $\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin(x)}{\cos(x)} dx = \log(-1)$ 
```

Ця відповідь теж неправильна, хоча принаймні вказано, що мова йде про головне значення. Правильну відповідь можна дістати так:

```
(%i7) 'integrate(tan(x),x,-r,r)=integrate(tan(x),x,-r,r);
```

```
(%o7)  $\int_{-r}^r \tan(x) dx = 0$ 
```

Після цього на основі теорії можна зробити відповідний висновок.

До речі, аналогічний інтеграл, тільки з котангенсом, при зверненні до системи обчислюється правильно:

```
(%i8) 'integrate(cot(x),x,0,%pi)=integrate(cot(x),x,0,%pi);
```

Principal Value

```
(%o8)  $\int_0^{\pi} \cot(x) dx = 0$ 
```

Традиційно застосування інтегрального числення включають матеріал, пов'язаний з обчисленням довжин кривих, площ плоских фігур, об'ємів тіл обертання, площ поверхонь обертання, маси і центра маси, розподіленої вздовж матеріальної дуги кривої чи на матеріальній пластині. При

цьому досить часто роблять це так, як і три століття тому: на інтуїтивному рівні, не надаючи чітких означень відповідних математичних понять, що є математичними моделями певних реальних об'єктів, а тому не використовуючи сучасного рівня розвитку математики, який дозволяє зробити це чітко, зрозуміло і красиво.

Інтуїтивне уявлення про криву пов'язане із слідом, який залишає матеріальна точка (кінчик загостреного олівця), коли вона рухається на площині  $XOY$  (на комплексній площині  $C$ ). При цьому певному моменту часу  $t$  (параметру  $t$ ) відповідає на кривій певна точка  $M_t$  з дійсними координатами  $x(t)$ ,  $y(t)$  (або з комплексного координатного  $z(t) = x(t) + iy(t)$ ). В фізичному тлумаченні точки на кривій треба розрізняти не тільки за їх координатами, а й за моментом часу (параметром)  $t$ , в якій матеріальна точка займає це положення.

У зв'язку з такими уявленнями про криву вводять чітке означення кривої або параметричної кривої, її сліду на площині, рівняння кривої (параметричного, явного, в полярних координатах), простої кривої або кривої Жордана, дуги кривої, спрямлюваної дуги та її довжини тощо. При цьому виявляється, що усі ці поняття природно узагальнюються [3, с. 266] на випадок довільних, так званих, нормованих просторів, частинними випадками яких є координатна пряма  $OX$ , площина  $XOY$ , тривимірний простір  $OXYZ$ , комплексна площина  $C$  та багато інших просторів, що відіграють у сучасній математиці та її застосуваннях важливу роль.

Коректне і водночас доступне означення довжини дуги кривої можна навести лише для неперервної кривої, заданої параметрично рівнянням  $z = z(t)$ ,  $t \in [\alpha; \beta]$ , де функція  $z(t)$  неперервна на відрізку  $[\alpha; \beta]$  і набуває значень з певного нормованого простору. У випадку, коли цей простір:

- декартова площина  $XOY$ ,  $z(t) = (x(t), y(t))$ , тоді параметричне рівняння дуги набуває вигляду  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ ,  $t \in [\alpha; \beta]$ , який у випадку  $x = t$  перетворюється на явне рівняння дуги:  $y = y(x)$ ,  $x \in [\alpha; \beta]$ , а у випадку  $y = t$  – на явне рівняння дуги  $x = x(y)$ ,  $y \in [\alpha; \beta]$ ;
- комплексна площина  $C$ , тоді параметричне рівняння дуги у комплексній формі має вигляд  $z = z(t)$ ,  $t \in [\alpha; \beta]$ , де  $z(t) = x(t) + iy(t)$ .
- полярна площина,  $z(t) = (t, \rho(t))$ , тоді параметричне рівняння кривої у полярних координатах набуває вигляду  $\rho = \rho(t)$ , де  $\rho(t)$  – відстань точки  $z(t)$  від полярного центра, а  $t$  – кут, на який треба повернути полярний промінь, щоб він співпав з радіус-вектором точки  $z(t)$ .

До комплексної форми зводиться будь-яка інша форма параметричного рівняння дуги кривої. Тому усі міркування можна проводити для неперервної кривої (точніше дуги), параметричне рівняння якої має вигляд

$$z = z(t), t \in [\alpha; \beta]. \quad (1)$$

У випадку, коли ця дуга  $\Gamma$  є відрізком, що сполучає точки  $z_1 = z(\alpha)$  і  $z_2 = z(\beta)$ , її довжиною є довжина напрямленого відрізка  $[z_1; z_2]$ , тобто число  $L(\Gamma) = L([z_1; z_2]) = |z_2 - z_1|$ .

Якщо дуга  $\Gamma$  є ламаною з вершинами у точках  $z_k = z(t_k)$ ,  $k = 0, 1, \dots, n$ , де  $\alpha = t_0 < t_1 < \dots < t_n = \beta$ , то її довжиною за означенням є число, що дорівнює сумі довжин ланок цієї ламаної, тобто

$$L(\Gamma) = L\left(\bigcup_{k=0}^{n-1} [z_k; z_{k+1}]\right) = \sum_{k=0}^{n-1} |z_{k+1} - z_k|.$$

Завершальний крок введення поняття довжини довільної неперервної дуги пов'язаний з тим, що візуально неперервна дуга майже не відрізняється від ламаної, вписаної у цю дугу, коли ланки ламаної досить дрібні, тобто мають досить малу довжину. Останній факт зручно ілюструвати за допомогою сучасних комп'ютерних засобів математики.

Наведемо робочий аркуш СКМ MathCAD, на якому зображається крива, вписана в неї ламана і обчислюються їх довжини при заданій кількості ланок.

$$f(x) := x^2 \quad a := -1 \quad b := 2 \quad L := \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx$$

$$x(n, k) := a + k \cdot \frac{b-a}{n} \quad p(n) := \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{(x(n, k+1) - x(n, k))^2 + (f(x(n, k+1)) - f(x(n, k)))^2}$$

$$N := 5 \quad k := 0..N$$

Будемо задану криву та вписану в неї ламану (рис. 10):

$$L \rightarrow \frac{\ln(\sqrt{17} + 4)}{4} - \frac{\ln(\sqrt{5} - 2)}{4} + \frac{\sqrt{5}}{2 + \sqrt{17}} \quad L = 6.126 \quad p(N) = 6.069$$

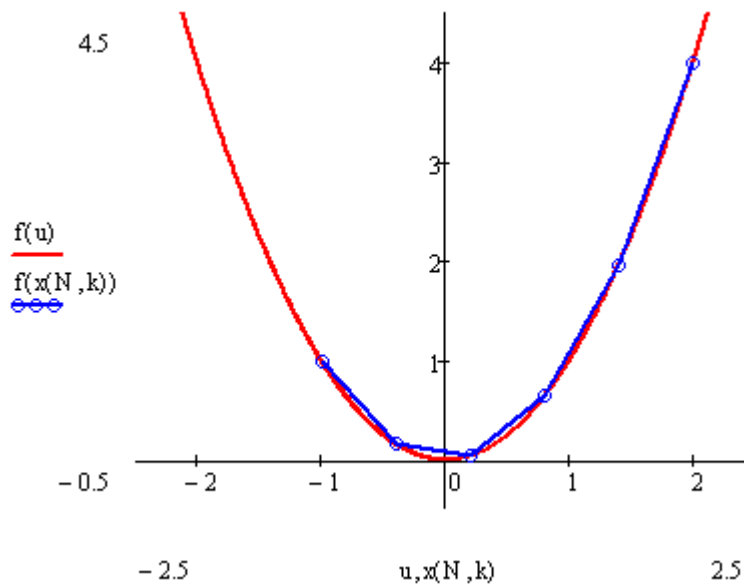


Рис. 10.

Якщо задати кількість ланок  $N := 10$ , то довжина ламаної автоматично переобчислиться:  $p(N) = 6.112$ , а рисунок стане таким (рис. 11):

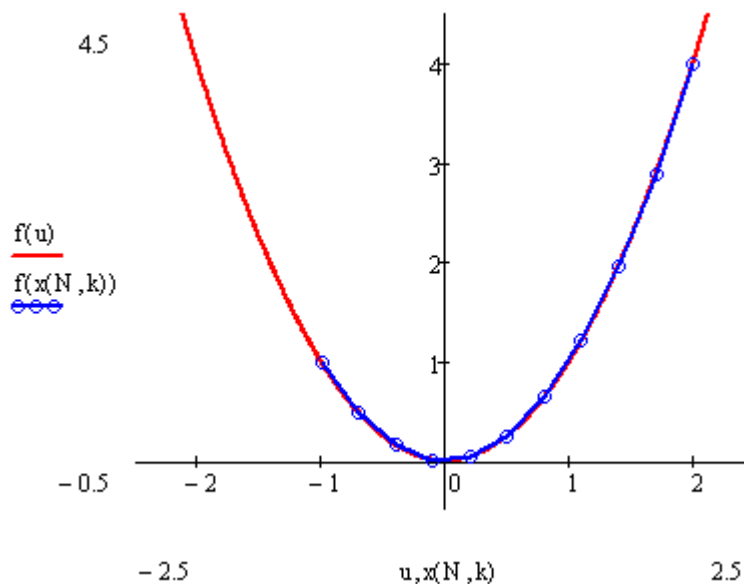


Рис. 11.

Таким чином, природно означити довжину  $L(\Gamma)$  дуги  $\Gamma$  з рівнянням (1) за допомогою рівностей  $L(\Gamma) = \sup_{(T)} L(T)$  або  $L(\Gamma) = \lim_{\lambda(T) \rightarrow 0} L(T)$ , де  $T$  – поділ відрізка  $[\alpha; \beta]$  точками

$\alpha = t_0 < t_1 < \dots < t_n = \beta$ ,  $\lambda(T)$  – дрібність цього поділу, а  $L(T) = \sum_{k=0}^{n-1} |z(t_{k+1}) - z(t_k)|$  – довжина ламаної з

вершинами у точках  $z(t_n)$ ,  $k = 0, 1, \dots, n$ , вписаної в дугу  $\Gamma$ . Ця довжина  $L(\Gamma)$  завжди існує, причому завжди  $0 \leq L(\Gamma) \leq +\infty$ . У випадку  $L(\Gamma) < +\infty$  дуга (1) називається *спрямлюваною*, а коли  $L(\Gamma) = +\infty$  (і таких випадків безліч) – дуга (1) називається *неспрямлюваною*.

Наведене означення коректне як для незамкнених дуг, так і для замкнених, як до простих дуг, так і до дуг з точками самоперетину.

Після введення понять спрямлюваної дуги та її довжини доцільно розглянути основні властивості спрямлюваних дуг та їх довжин, які тісно пов'язані з основними (характеристичними) властивостями одного з найважливіших математичних понять – міри множини.

Після цього можна довести формулу для обчислення довжини дуги (1), для якої похідна  $z'(t)$  є  $R$ -інтегрованою функцією на відрізку  $[\alpha; \beta]$ :

$$L(\Gamma) = \int_{\alpha}^{\beta} |z'(t)| dt \quad (2)$$

та розглянути частинні випадки цієї формули.

Обчислення довжин дуг за допомогою сучасних комп'ютерних засобів математики зводиться:

- до обчислення довжини ламаних (програма Gran1), і тоді питання щодо спрямлюваності дуг може лишитися відкритим, а довіра до обчисленого результату може бути не дуже високою;
- до обчислення інтегралів (2), і тоді може бути вирішене питання щодо спрямлюваності і підвищена довіра до обчисленого результату за умови, що користувач відповідного програмного засобу не тільки може його застосувати, а й мати глибокі теоретичні знання для аналізу одержаних результатів.

Наприклад, обчислимо за допомогою програми Gran1 (у якій є вбудована функція обчислення довжин дуг) довжину ланцюгової лінії  $y = 2(e^{\frac{x}{4}} + e^{-\frac{x}{4}})$  від точки  $x = 0$  до точки  $x = 4$ .

Для того щоб краще уявити форму ланцюгової лінії, зобразимо спочатку її дугу, яка відповідає відрізьку  $[-5;5]$  (тоншою лінією), а потім задану дугу, яка відповідає відрізьку  $[0;4]$  (товшою лінією) (рис. 12).

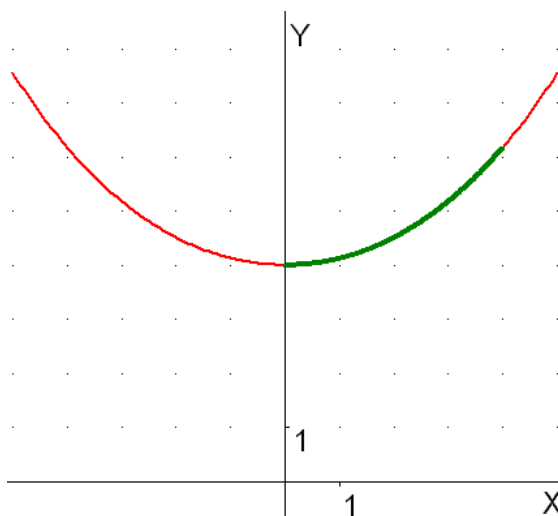


Рис. 12.

Після цього знайдемо шукану довжину дуги:  $L = 4.701$ .

Перевіримо цей результат за допомогою MathCAD, використовуючи створений вище робочий аркуш для обчислення довжин дуг і вписаних ламаних. Змінимо у ньому тільки функцію:

$f(x) := 2(e^{\frac{x}{4}} + e^{-\frac{x}{4}})$  і відрізок  $[a;b]$ :  $a := 0$ ,  $b := 4$ . Дістанемо:  $L = 4.701$ .

Тепер спробуємо обчислити за допомогою програми Gran1 довжину неспрямлюваної неперервної кривої  $y = x \sin \frac{1}{x}$ ,  $x \in (0;1]$ ,  $f(0) = 0$  (рис. 13).

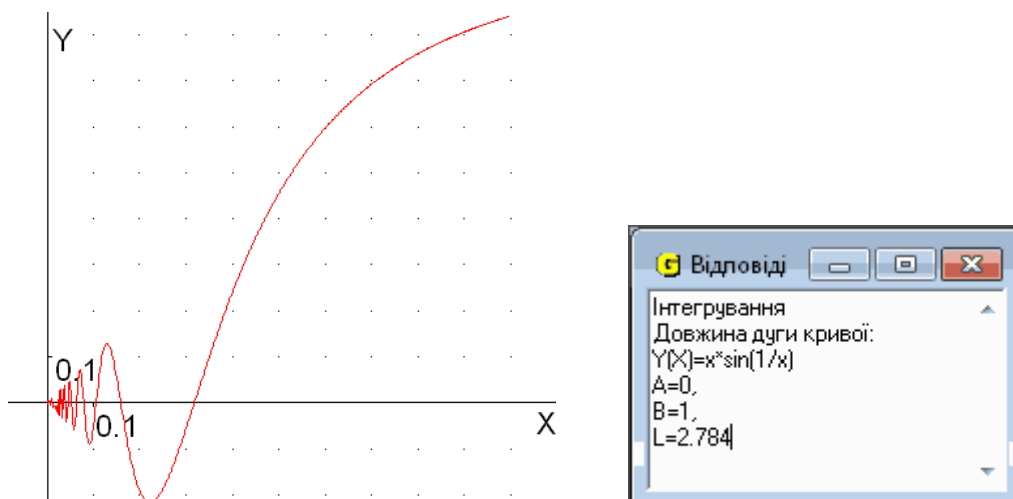


Рис. 13.

Як бачимо, результат, одержаний за допомогою програми Gran1, помилковий, оскільки правильна відповідь  $L = +\infty$ . Отже, при застосуванні програми Gran1 до обчислення довжини кривої користувач повинен самостійно вирішувати питання, чи є задана крива спрямлюваною.

До речі, при зверненні до програми MathCAD у даному випадку отримується повідомлення, що інтеграл неможливо обчислити.

Для майбутнього вчителя математики важливим є не тільки і навіть не стільки те, як можна обчислити значення тієї чи іншої геометричної або фізичної величини, скільки те, що розуміти під цією величиною та які її основні (характеристичні) властивості. Це стосується і площі плоскої фігури, вивченню якої у шкільному курсі математики приділено значну увагу, проте акцент при цьому робиться на обчисленні, а не на сутності поняття площі фігури. В результаті часто обчислюють щось, не знаючи, що саме обчислюють, доводять теорему про площу якоїсь фігури (наприклад, прямокутника), не знаючи, що таке площа цієї фігури. Це обумовлено тим, що часто у процесі навчання ніяк не враховують рівня розвитку сучасної математики, помилково вважаючи, що цей рівень не такий доступний учням, як рівень математичної науки кількасотлітньої давнини. Насправді все навпаки: розвиток математики (як і будь-якої іншої науки) супроводжується не тільки узагальненням математичних фактів (отже, і розширенням їх застосувань), а й тим, що ці факти позбуваються суб'єктивності, стають прозорішими, зрозумілішими, а отже й доступнішими ширшому колу людей, включаючи і учнів загальноосвітніх шкіл.

Так, сучасне означення площі плоскої фігури цілком природне і конструктивне:

- спочатку виділяють, так звані, прості фігури; такими вважають прямокутники або трикутники; площею прямокутника (коли він є простою фігурою) за означенням називають добуток його вимірів; площею трикутника (коли він є простою фігурою) за означенням вважають півдобуток основи на висоту;

- об'єднання скінченної кількості простих фігур без спільних внутрішніх точок називають простою фігурою; її площею за означенням вважають суму площ простих фігур, що утворюють цю просту фігуру;

- для довільної плоскої фігури  $\Phi$  намагаються «немовби виміряти її площу з недостачею та з надлишком»; для чого знаходять прості фігури  $\Phi_n$  і  $\Phi^{(n)}$ , для яких  $\Phi_n \subset \Phi \subset \Phi^{(n)}$ . Якщо числа  $S(\Phi_n)$  і  $S(\Phi^{(n)})$  можна зробити як завгодно близькими між собою, а отже, і до деякого числа  $S(\Phi)$ , то фігуру  $\Phi$  називають *квадровною*, а число  $S(\Phi)$  називають *площею фігури  $\Phi$* .

Після введення цього означення доцільно розглянути основні властивості квадратних фігур та їх площ, які тісно пов'язані з основними (характеристичними) властивостями загального поняття міри множини, і лише після цього доводити формули для обчислення площ криволінійної трапеції, криволінійного сектора та деяких інших плоских фігур. Усі ці обчислення можна проводити з використанням сучасних комп'ютерних засобів математики.

Нижче наведено робочий аркуш програми MathCAD, на якому обчислюється площа половини однієї з пелюсток двопелюсткової троянди (рис. 14).

$$r(t) := \cos(2t) \quad a := 0 \quad b := \frac{\pi}{4} \quad t := a, a + 0.0001 \cdot b \quad u := a, a + 0.0001 \cdot 2 \cdot \pi$$

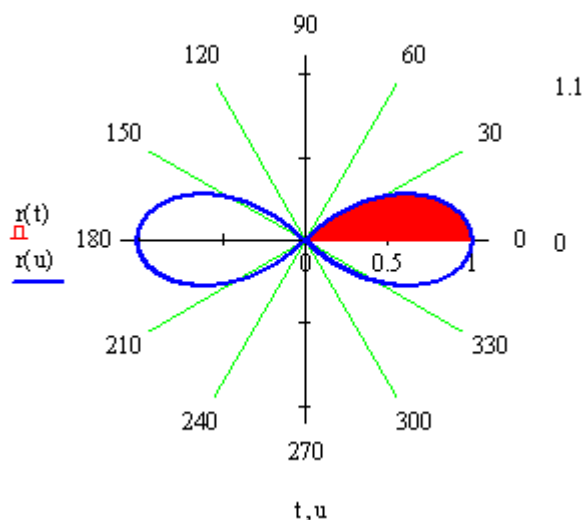


Рис. 14.



$$S := \frac{1}{2} \int_a^b r(t)^2 dt \quad S \rightarrow \frac{\pi}{16}$$

Основні твердження, пов'язані з поняттям кубовної фігури та її об'єму, цілком аналогічні до відповідних тверджень, пов'язаних з поняттям квадратних фігур та їх площ. Цю аналогію доцільно використати для залучення майбутніх вчителів математики до самостійного відкриття нових для них математичних фактів. Серед фігур, об'єми яких можна обчислювати за допомогою  $R$ -інтеграла, виділяють так звані тіла обертання.

Для обчислення об'ємів деяких кубовних фігур доцільно застосовувати сучасні комп'ютерні засоби математики.

У програмі Gran1 передбачена вбудована команда для обчислення об'єму тіла обертання. Зауважимо, що краще тіло обертання утворювати шляхом обертання криволінійної трапеції, а не кривої. Скористаємося програмою Gran1 для обчислення об'ємів тіл обертання на двох прикладах і проаналізуємо отримані результати.

$$\Gamma_1: y = \sin x, \quad x \in [0; \pi/2] \Rightarrow V_{1x} = 2.4674,$$

$$\Gamma_2: y = \arcsin x, \quad x \in [0; 1] \Rightarrow V_{2y} = 2.373.$$

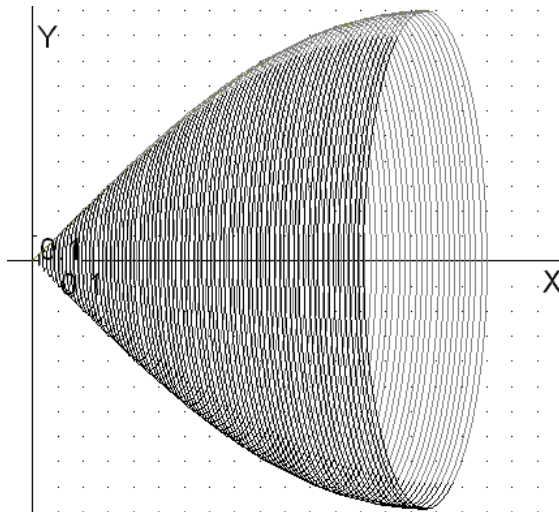


Рис. 15.

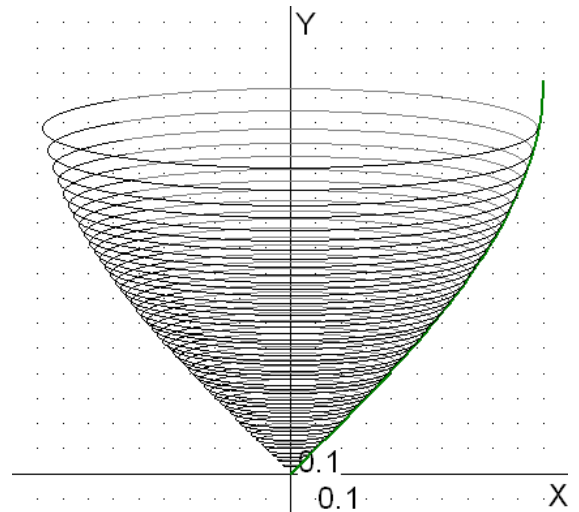


Рис. 16.

Знайдені два об'єми повинні бути рівними між собою (див. рис. 15, 16), але результати, отримані за програмою Gran1, відчутно відрізняються один від одного. Неважко перекоонатися, що перший об'єм обчислений точніше, а другий результат дещо занижений.

При застосуванні більш потужних програм, наприклад, MathCAD, з'являється можливість будувати якісні тривимірні ілюстрації.

Наведемо робочий аркуш MathCAD, на якому зображено тіло обертання (рис. 17) та обчислено його об'єм.

$$f(x) := (1.1 + \sin(x))^{\cos(x)} \quad a := 0 \quad b := 2\pi \quad V = \pi \int_a^b f(x)^2 dx \quad V = 27.233$$

$$g(x, y) := \text{if}(f(x)^2 - y^2 \geq 0, \sqrt{f(x)^2 - y^2}, 0) \quad g1(x, y) := -g(x, y)$$

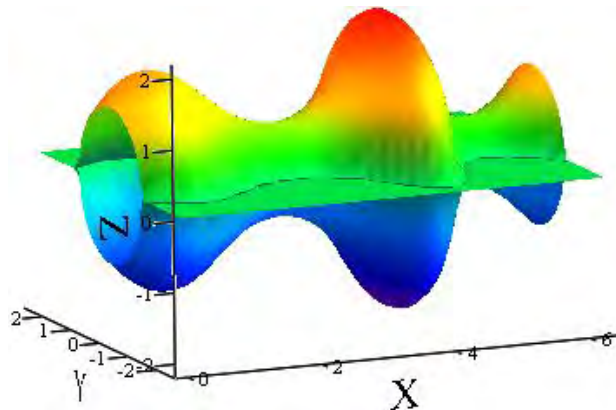


Рис. 17.

На основі застосувань інтегрального числення до обчислення довжин, площ та об'ємів доцільно разом із майбутніми вчителями математики знайти загальну схему застосувань інтегрального

числення до розв'язування деяких практичних задач, пов'язаних з означенням геометричних і фізичних величин та обчисленням значень цих величин:

1) переконатися, що потрібну геометричну або фізичну величину  $W$  доцільно пов'язати з певним відрізком  $[a; b]$ , тобто  $W = W([a; b])$ , причому кожній частині відрізка  $[a; b]$  відповідає певна частина величини  $W$  і цю величину доцільно вважати адитивною, тобто

$$W[a; b] = \sum_{k=0}^{n-1} W([x_k; x_{k+1}]) = \sum_{k=0}^{n-1} \Delta W_k \quad \text{для будь-якого поділу } (T) \text{ відрізка } [a; b] \text{ точками}$$

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b;$$

2) знайти придатне наближення  $\Delta W_k \approx \omega(x_k^*) \cdot \Delta x_k$ , де  $\omega(x_k^*)$  – значення деякої відомої функції  $\omega = \omega(x)$ ,  $x \in [a; b]$ ;

3) дістати природне наближення величини  $W$  у вигляді  $W([a; b]) \approx \sum_{k=0}^{n-1} \omega(x_k^*) \Delta x_k$ ;

4) покласти за означенням, що  $W([a; b]) = \lim_{\lambda(T) \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{n-1} \omega(x_k^*) \Delta x_k$ , і дістати формулу для обчислення

$$\text{значень величини } W, \text{ тобто } W([a; b]) = \int_a^b \omega(x) dx;$$

5) переконатися в ефективності одержаної формули.

Наведену схему можна застосувати, щоб ввести поняття площі поверхні обертання, маси матеріальної дуги і матеріальної пластини, статичних моментів і координат центрів цих мас, а також щоб знайти відповідні інтеграли для обчислення значень вказаних величин.

За допомогою сучасних комп'ютерних засобів математики можна ілюструвати введені поняття і обчислювати значення відповідних інтегралів.

За допомогою програми Maxima можна досить ефективно розв'язувати задачі на відшукування різних геометричних і фізичних величин, яке зводиться до обчислення певних інтегралів. Так, для відшукування площі поверхні еліпсоїда обертання, утвореного обертанням еліпса  $x(t) = a \cos t$ ,

$$y(t) = b \sin t, \quad t \in [0; \pi], \text{ навколо осі } OX, \text{ досить використати формулу } S = 2\pi \int_a^b |y(t)| \sqrt{x'^2(t) + y'^2(t)} dt \text{ і}$$

ввести команди:

(%i1) apply(assume,[a>0,b>0,a>b])\$

(%i2) integrate(2\*pi\*b\*sin(t)\*sqrt(a^2\*sin(t)^2+b^2\*cos(t)^2),t,0,%pi);

$$2a^2 \sqrt{a^2 - b^2} \operatorname{asin}\left(\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}\right)$$

(%o2)  $2\pi b \left( b - \frac{2a^2 \sqrt{a^2 - b^2}}{2b^2 - 2a^2} \right)$

Застосування програми MathCAD у даній темі проілюструємо на такому прикладі. Знайдемо центри мас однорідної кривої  $\Gamma: y = 4 - x^2, x \in [-2; 2]$ , і відповідної їй однорідної криволінійної трапеції  $\Phi: 0 \leq y \leq 4 - x^2, x \in [-2; 2]$ .

Робочий аркуш з розв'язанням даної задачі.

$$f(x) := 4 - x^2 \quad a := -2 \quad b := 2$$

$$L := \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx$$

$$S := \int_a^b f(x) dx$$

$$yL := \frac{1}{L} \cdot \int_a^b f(x) \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx \quad yS := \frac{1}{2S} \cdot \int_a^b f(x)^2 dx$$

$$L = 9.294 \quad S = 10.667 \quad yL = 2.177 \quad yS = 1.6$$

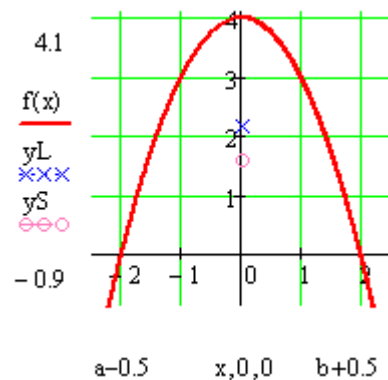


Рис. 17.

При розв'язуванні цієї задачі було враховано симетричність кривої  $\Gamma$  і трапеції  $\Phi$  відносно осі  $OY$ , внаслідок чого очевидно, що центри їх мас лежать на цій осі, тобто  $xL = xS = 0$ . На рис. 17 центр мас кривої позначено хрестиком:  $\times$ , а центр мас трапеції – кружечком:  $\circ$ .

Сучасні комп'ютерні засоби математики можуть бути зручними, потужними і ефективними засобами навчання будь-якої математичної дисципліни, включаючи і математичний аналіз.

Ефективне педагогічно виважене і доцільне використання цих засобів неможливе без врахування рівня розвитку сучасної математичної науки. Тому намагання використовувати сучасні комп'ютерні засоби математики з одного боку змушують користувача опанувати деякими досягненнями сучасної математики, а з іншого боку таке використання надає можливість здійснити таке опанування, оскільки не тільки підвищує рівень мотивованості навчання, а й робить це навчання доступним завдяки такому унаочненню навчального матеріалу, яке раніше було важкодоступним.

### Література

1. Алгебра і початки аналізу: 10-11 клас. Пер. з рос. / А. М. Колмогоров, О. М. Абрамов, Ю. П. Дудніцин та ін. / За ред. А. М. Колмогорова. – К.: Освіта, 1992. – 350 с.
2. Михалін Г. О. Професійна підготовка вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу. – К.: ДНІТ, 2003. – 320 с.
3. Жалдак М. І., Михалін Г. О., Деканов С. Я. Математичний аналіз. Функції багатьох змінних. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2007. – 430 с.
4. Михалін Г. О., Деканов С. Я. Вивчення основних елементарних функцій дійсної і комплексної змінної з використанням комп'ютерних засобів математики // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наукових праць / Редація. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. – № 9 (16). – С. 49-72.

Жалдак М.І., Михалін Г.О., Біляй І.М.  
НПУ імені М.П. Драгоманова

### Про зв'язок ймовірнісних моделей з деякими іншими моделями реального світу

**1. Вступ.** Відомий американський математик Уільям Феллер вважав, [1, с. 11-12], що завдяки створеній видатним російським математиком Андрієм Миколайовичем Колмогоровим аксіоматичній теорії ймовірностей ця теорія перейшла від етапу напівмістичних міркувань, які переважали ще у 20-х роках ХХ століття, до сучасного етапу її розвитку як суто математичної теорії, що має чисельні застосування у різних галузях діяльності людей.

Ілюстрації таких застосувань у процесі навчання і самонавчання теорії ймовірностей і учнів середніх шкіл, і студентів університетів, і працюючих учителів відіграють важливу (а можливо, й вирішальну) роль, оскільки саме завдяки їм можна отримати відповідь на питання: «Навіщо це вивчати?», що суттєво підвищує мотивацію навчально-пізнавальної діяльності.

В даній статті розглядаються зв'язки ймовірнісних моделей з деякими іншими моделями реального світу: математичними, фізичними, біологічними, медичними, економічними, соціологічними.

**2. Ймовірнісні моделі і комбінаторика.** У роботі [2] підкреслено, що часто навчання теорії ймовірностей спрямоване на вивчення моделей лише таких випадкових експериментів, елементарні події яких рівноможливі. Таке навчання призводить до формування в учнів хибного уявлення про випадкові події та їх ймовірності. Формуванню такого хибного уявлення сприяє і підпорядкування ймовірнісних задач комбінаториці. Краще робити навпаки: вводити комбінаторні поняття і знаходити («відкривати») комбінаторні формули за допомогою побудови ймовірнісних моделей спеціального виду – лише одного із величезної кількості різноманітних видів таких моделей.

**2.1. Добуток ймовірнісних моделей.** На практиці часто складні стохастичні експерименти  $\varepsilon$  можна тлумачити як добуток деяких простіших експериментів  $\varepsilon_i$ ,  $i = 1, 2, \dots$ .

Нехай експерименту  $\varepsilon_i$  відповідає ймовірнісна модель  $(\Omega_i, S_i, P_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Експеримент  $\varepsilon$  називають *добутком експериментів*  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  і позначають  $\varepsilon = \varepsilon_1 \times \varepsilon_2 \times \dots \times \varepsilon_n$ , якщо кожне випробування експерименту  $\varepsilon$  є впорядкованою сукупністю випробувань, перше з яких пов'язане з експериментом  $\varepsilon_1$ , друге – з експериментом  $\varepsilon_2$  і т.д., останнє – з експериментом  $\varepsilon_n$ . При цьому кожен результат  $e$  експерименту  $\varepsilon$  є впорядкованою сукупністю результатів  $e_i$  експериментів  $\varepsilon_i$ , тобто  $e = (e_1, e_2, \dots, e_n)$  і ці результати складають простір  $\Omega \subset \Omega_1 \times \Omega_2 \times \dots \times \Omega_n$ .

Іноді простір  $\Omega$  елементарних подій  $e$ , пов'язаний з експериментом  $\varepsilon = \varepsilon_1 \times \varepsilon_2 \times \dots \times \varepsilon_n$ , співпадає з *декартовим добутком* просторів  $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$ , тобто  $\Omega = \Omega_1 \times \Omega_2 \times \dots \times \Omega_n$ .

Наприклад, нехай експеримент  $\varepsilon_1$  пов'язаний з підкиданням однокопійчаної монети, а експеримент  $\varepsilon_2$  – з підкиданням двохкопійчаної монети і фіксацією для кожного з цих

експериментів, яким боком монета впаде догори. Тоді експеримент  $\varepsilon = \varepsilon_1 \times \varepsilon_2$  полягає у тому, що спочатку підкидають однокопійчану монету, а потім – двохкопійчану і фіксують, яким боком монета впаде догори для кожного з двох підкидань. Отже, кожен результат  $e$  експерименту  $\varepsilon$  має вигляд  $e = (e_1, e_2)$ , де  $e_1 \in \{\Gamma_1, \Upsilon_1\} = \Omega_1$ ,  $e_2 \in \{\Gamma_2, \Upsilon_2\} = \Omega_2$ . Тому простір  $\Omega$  елементарних подій, пов'язаний з експериментом  $\varepsilon = \varepsilon_1 \times \varepsilon_2$ , має вигляд  $\Omega = \{(\Gamma_1, \Gamma_2), (\Gamma_1, \Upsilon_2), (\Upsilon_1, \Gamma_2), (\Upsilon_1, \Upsilon_2)\} = \Omega_1 \times \Omega_2$ .

У найпростішому випадку, коли усі простори  $\Omega_i$  скінченні (або зчисленні), а простори подій  $S_i = S_i^*$  – найширші із можливих, таким самим буде і простір  $\Omega$  елементарних подій та простір подій  $S = S^*$ . При цьому ймовірність  $P$  на просторі подій  $S$  вводять за допомогою рівності:

$$P(\{e\}) = P(\{(e_1, e_2, \dots, e_n)\}) = P_1(\{e_1\}) \cdot P_2(\{e_2\}) \cdot \dots \cdot P_n(\{e_n\}).$$

За вказаних умов ймовірнісний простір  $(\Omega, S, P)$  називають *добутком ймовірнісних просторів*  $(\Omega_i, S_i, P_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Наприклад, нехай для експериментів  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  з підкиданням одно- і двохкопійчаної монет відповідні ймовірнісні простори мають вигляд  $(\Omega_1, S_1, P_1)$  і  $(\Omega_2, S_2, P_2)$ , де  $\Omega_1 = \{\Gamma_1, \Upsilon_1\}$ ,  $\Omega_2 = \{\Gamma_2, \Upsilon_2\}$ ,  $S_1 = S_1^* = \{\emptyset, \{\Gamma_1\}, \{\Upsilon_1\}, \{\Gamma_1, \Upsilon_1\} = \Omega_1\}$ ,  $S_2 = S_2^* = \{\emptyset, \{\Gamma_2\}, \{\Upsilon_2\}, \{\Gamma_2, \Upsilon_2\} = \Omega_2\}$ ,  $P_1(\{\Gamma_1\}) = p_1$ ,  $P_1(\{\Upsilon_1\}) = 1 - p_1$ ,  $P_2(\{\Gamma_2\}) = p_2$  і  $P_2(\{\Upsilon_2\}) = 1 - p_2$ . Тоді  $(\Omega, S, P)$  – добуток цих ймовірнісних просторів, якщо

$$\Omega = \{(\Gamma_1, \Gamma_2), (\Gamma_1, \Upsilon_2), (\Upsilon_1, \Gamma_2), (\Upsilon_1, \Upsilon_2)\},$$

$$S = S^* \text{ – найширший з усіх можливих простір подій } A \subset \Omega,$$

а ймовірність  $P$  визначається рівностями

$$P(\{\Gamma_1, \Gamma_2\}) = P_1(\{\Gamma_1\}) \cdot P_2(\{\Gamma_2\}) = p_1 \cdot p_2,$$

$$P(\{\Gamma_1, \Upsilon_2\}) = P_1(\{\Gamma_1\}) \cdot P_2(\{\Upsilon_2\}) = p_1(1 - p_2),$$

$$P(\{\Upsilon_1, \Gamma_2\}) = P_1(\{\Upsilon_1\}) \cdot P_2(\{\Gamma_2\}) = p_2(1 - p_1),$$

$$P(\{\Upsilon_1, \Upsilon_2\}) = P_1(\{\Upsilon_1\}) \cdot P_2(\{\Upsilon_2\}) = (1 - p_1) \cdot (1 - p_2).$$

**2.2. Розміщення, перестановки і комбінації та їх кількість.** Майже завжди (а особливо у школі) вивчення нового математичного поняття доцільно розпочинати з конкретної задачі, розв'язування якої вимагає введення цього поняття. Наприклад, вивчення елементів комбінаторики можна розпочати з розв'язування такої задачі. *Припустимо, що учневі треба зателефонувати другові, але він забув  $r$  останніх цифр (нехай,  $r=3$ ) потрібного номера, проте пам'ятає, що забуті цифри непарні і попарно різні. Знайти ймовірність того, що учень правильно набере потрібний номер телефону за умови, що всі варіанти наборів по 3 цифри рівноможливі.*

За умовою задачі  $r=3$  останніх цифр телефонного номера утворюють впорядкований набір  $(x_1, x_2, x_3)$  попарно різних елементів  $x_i \in \{1, 3, 5, 7, 9\}$ ,  $i = 1, 2, 3$ . У зв'язку з цим природно ввести наступне означення: *розміщенням з  $n$  даних попарно різних елементів  $a_1, a_2, \dots, a_n$  по  $r$  елементів називають упорядкований набір  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  попарно різних елементів  $x_i \in \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ .*

За умовою даної задачі останні три цифри номера телефону утворюють розміщення з  $n=5$  елементів 1, 3, 5, 7, 9 по  $r=3$  елементи. Прикладами таких розміщень є: (1, 3, 5), (3, 1, 5), (3, 5, 1), (5, 3, 1), (5, 1, 3), (1, 5, 3), (1, 3, 7) і т.д. Кількість усіх таких розміщень позначають  $A_5^3$  (в загальному випадку  $A_n^r$ ). Тому, вважаючи, що ці розміщення утворюють простір  $\Omega$  рівноможливих елементарних подій, серед яких лише одне розміщення забезпечує правильний набір номера телефону, приходимо до висновку, що у рамках побудованої ймовірнісної моделі шукана ймовірність

$$p = \frac{1}{A_5^3}.$$

У зв'язку з цим природно виникає питання: «А як знайти  $A_5^3$  і взагалі  $A_n^r$ ?».

Знайти відповідь на це питання можна різними способами.

*Перший спосіб* можна пов'язати з подіями  $B_i$  – « $i$ -та з трьох забутих цифр набрана правильно».

Тоді за домовленістю:

- $P(B_1) = \frac{1}{5}$ , оскільки  $e_1$  – перша із забутих цифр є однією з множини  $\{1, 3, 5, 7, 9\}$ ;

- $P(B_2 | B_1) = \frac{1}{4}$ , оскільки  $e_2$  – друга із забутих цифр є однією з множини  $\{1, 3, 5, 7, 9\} \setminus \{e_1\}$ ;
- $P(B_3 | B_1 B_2) = \frac{1}{3}$ , оскільки  $e_3$  – третя із забутих цифр є однією з множини

$\{1, 3, 5, 7, 9\} \setminus \{e_1, e_2\}$ .

Оскільки подія  $B = B_1 B_2 B_3$  означає, що всі три забыті цифри набрані правильно, то за формулою ймовірності добутку подій маємо:

$$P(B) = P(B_1) \cdot P(B_2 | B_1) \cdot P(B_3 | B_1 B_2) = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{60}.$$

Враховуючи, що  $P(B) = p = \frac{1}{A_5^3}$ , дістаємо, що  $A_5^3 = 5 \cdot 4 \cdot 3 = 60$ , після чого неважко переконатися, що  $A_n^r = n(n-1) \cdot \dots \cdot (n-r+1)$ ,  $0 \leq r \leq n$ .

Другий спосіб знаходження шуканої ймовірності і формули для обчислення  $A_n^r$  можна пов'язати з добутком випадкових експериментів та ймовірнісних просторів.

Щоб знайти кількість усіляких розміщень з  $n$  даних елементів по  $r$  елементів, подивимося на довільне фіксоване розміщення  $(e_1, e_2, \dots, e_r)$  як на результат експерименту  $\varepsilon$ , що є добутком експериментів  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_r$ , де:

- експеримент  $\varepsilon_1$  полягає у виборі навмання елемента  $x_1$  з множини  $\Omega_1 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , причому  $P(x_1 = e_1) = P_1(\{e_1\}) = \frac{1}{n}$  для будь-якого  $e \in \Omega_1$ ;
- експеримент  $\varepsilon_2$  полягає у виборі навмання елемента  $x_2$  з множини  $\Omega_2 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \setminus \{e_1\}$ , причому  $P(x_2 = e_2 | x_1 = e_1) = P_2(\{e_2\}) = \frac{1}{n-1}$  для будь-якого  $e \in \Omega_2$ , і т.д.;
- останній експеримент  $\varepsilon_r$  полягає у виборі навмання елемента  $x_r$  з множини  $\Omega_r = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \setminus \{e_1, e_2, \dots, e_{r-1}\}$ , причому  $P(x_r = e_r | x_1 = e_1, \dots, x_{r-1} = e_{r-1}) = P_r(\{e_r\}) = \frac{1}{n-r+1}$  для будь-якого  $e \in \Omega_r$ .

Таким чином, усілякі розміщення  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  утворюють множину  $\Omega$ , а для довільного фіксованого елемента  $(e_1, e_2, \dots, e_r) \in \Omega$  експеримент  $\varepsilon$  по суті полягає у виборі навмання розміщення  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  з множини  $\Omega$  і перевірки рівностей  $x_i = e_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ . При цьому

$$\begin{aligned} P(\{(e_1, e_2, \dots, e_r)\}) &= P(x_1 = e_1, x_2 = e_2, \dots, x_r = e_r) = \\ &= P(x_1 = e_1)P(x_2 = e_2 | x_1 = e_1) \dots P(x_r = e_r | x_1 = e_1, \dots, x_{r-1} = e_{r-1}) = \\ &= P_1(\{e_1\}) \cdot P_2(\{e_2\}) \cdot \dots \cdot P_r(\{e_r\}) = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \dots \cdot \frac{1}{n-r+1}. \end{aligned}$$

Остання рівність означає, що усі елементарні події (розміщення з  $n$  елементів по  $r$  елементів) простору  $\Omega$  є рівноможливими. Тому, якщо кількість таких розміщень (елементарних подій) позначити  $A_n^r$ , то дістанемо, що

$$P(\{(x_1, x_2, \dots, x_r)\}) = \frac{1}{A_n^r} = \frac{1}{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-r+1)},$$

звідки

$$A_n^r = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-r+1) = \frac{n!}{(n-r)!} \quad (2)$$

де  $r$  та  $n$  цілі числа і  $0 \leq r \leq n$ . При цьому за означенням  $0! = 1$  і  $A_n^0 = 1$ .

Після вивчення розміщень з  $n$  елементів по  $r$  елементів природно розглянути перестановки даних  $n$  елементів, як частинний випадок розміщень (це розміщення з  $n$  елементів по  $n$  елементів) і дістати як наслідок з формули (2) формулу для обчислення кількості  $P_n$  усіляких перестановок даних  $n$  елементів:

$$P_n = n!, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Так само, за допомогою конкретної практичної задачі можна ввести поняття комбінації з  $n$

елементів по  $r$  елементів, розкрити зв'язок комбінацій з відповідними розміщеннями та знайти і довести формулу для обчислення кількості  $C_n^r$  усіляких комбінацій з  $n$  елементів по  $r$  елементів:

$$C_n^r = \frac{n!}{r!(n-r)!}, \quad 0 \leq r \leq n. \quad (4)$$

Зрозуміло, що це також можна пов'язати з певним стохастичним експериментом та побудовою відповідної ймовірнісної моделі.

Для визначення кількості  $\bar{A}_n^r$  усіляких розміщень з повтореннями з  $n$  даних елементів по  $r$  елементів скористаємося тим, що довільне звичайне розміщення  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  можна вважати результатом експерименту  $\varepsilon$ , що є добутком експериментів  $\varepsilon_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ , кожен з яких полягає у виборі навмання без повернення елемента  $x_i$  з множини  $\Omega_i = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \setminus \{x_1, x_2, \dots, x_{i-1}\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ ,  $\Omega_1 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ . Тому за аналогією можна вважати довільне розміщення  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  з повторенням результатом експерименту  $\varepsilon$ , що є добутком експериментів  $\varepsilon_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ , кожен з яких полягає у виборі навмання з поверненням елемента  $x_i$  з однієї і тієї самої множини  $\Omega = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ .

З такими експериментами  $\varepsilon_i$  природно пов'язати ймовірнісні простори  $(\Omega_i, S_i, P_i)$ , де  $\Omega_i = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ,  $S_i = S_i^*$ ,  $P_i(\{e_i\}) = \frac{1}{n}$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ ,  $e_i \in \{e_1, e_2, \dots, a_n\}$ .

Добуток цих ймовірнісних просторів дає ймовірнісний простір  $(\Omega, S, P)$ , де  $\Omega = \{(x_1, x_2, \dots, x_r) : x_i \in \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, i = 1, 2, \dots, r\}$ , (тобто елементами  $\Omega$  є усілякі розміщення з повтореннями з  $n$  елементів  $a_1, a_2, \dots, a_n$  по  $r$  елементів),  $S_i = S_i^*$  і  $P(\{e\}) = P(\{(x_1, x_2, \dots, x_r)\}) = P_1(\{x_1\}) \cdot P_2(\{x_2\}) \cdot \dots \cdot P_r(\{x_r\}) = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n} \cdot \dots \cdot \frac{1}{n} = \frac{1}{n^r}$ .

Отже, елементарні події простору  $\Omega$  є рівноможливими, а тому, якщо  $\bar{A}_n^r$  – кількість таких елементарних подій (розміщень з повтореннями з  $n$  даних елементів по  $r$  елементів), то  $P(\{e\}) = \frac{1}{\bar{A}_n^r} = \frac{1}{n^r}$ , звідки

$$\bar{A}_n^r = n^r, \quad (5)$$

де  $r$  і  $n$  фіксовані цілі невід'ємні числа.

Серед усіх розміщень з повтореннями виділяють такі, що відрізняються від певного фіксованого розміщення  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  з повтореннями з  $n$  даних попарно різних елементів  $a_1, a_2, \dots, a_n$  по  $r$  елементів лише порядком елементів. Кожне таке розміщення називають *перестановкою з повтореннями, породженою даним розміщенням з повтореннями*. Для таких перестановок кожен елемент  $a_i$  зустрічається  $r_i$  разів, причому  $r_i \geq 0$  і  $r_1 + r_2 + \dots + r_n = r$ .

Позначимо  $P_r(r_1, r_2, \dots, r_n)$  – кількість попарно різних перестановок з повтореннями, породжених розміщенням  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$ .

У цих перестановках елемент  $a_1$  можна розмістити  $C_r^{r_1}$  способами, для кожного з яких елемент  $a_2$  можна розмістити  $C_{r-r_1}^{r_2}$  способами, і взагалі кожен елемент  $a_k$  можна розмістити  $C_{r-(r_1+\dots+r_{k-1})}^{r_k}$  способами  $k = 1, 2, \dots, r$ ,  $r_0 = 0$ . Тому

$$\begin{aligned} P_r(r_1, r_2, \dots, r_n) &= C_r^{r_1} \cdot C_{r-r_1}^{r_2} \cdot C_{r-(r_1+r_2)}^{r_3} \cdot \dots \cdot C_{r-(r_1+\dots+r_{n-1})}^{r_n} = \\ &= \frac{r!}{r_1!(r-r_1)!} \cdot \frac{(r-r_1)!}{r_2!(r-r_1-r_2)!} \cdot \frac{(r-r_1-r_2)!}{r_3!(r-r_1-r_2-r_3)!} \cdot \dots \cdot \frac{(r-r_1-\dots-r_{n-1})!}{r_n!(r-r_1-r_2-\dots-r_n)!} = \\ &= \frac{r!}{r_1!r_2!\dots r_n!}. \end{aligned}$$

Отже,

$$P_r(r_1, r_2, \dots, r_n) = \frac{r!}{r_1!r_2!\dots r_n!}, \quad (5)$$

де цілі числа  $r_i \geq 0$  і  $r_1 + r_2 + \dots + r_n = r$ .

Числа  $P_r(r_1, r_2, \dots, r_n)$ , визначені за рівністю (5), називають *поліноміальними коефіцієнтами*, оскільки вони є коефіцієнтами полінома (многочлена):

$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n)^r = \sum_{r_1+r_2+\dots+r_n=r} P_r(r_1, r_2, \dots, r_n) \cdot \alpha_1^{r_1} \cdot \alpha_2^{r_2} \cdot \dots \cdot \alpha_n^{r_n}.$$

Звідси випливає, що сума поліноміальних коефіцієнтів  $P_r(r_1, r_2, \dots, r_n)$  при фіксованому  $r$  дорівнює  $n^r$ .

Зокрема у випадку  $n=2$  поліноміальні коефіцієнти  $P_r(r_1, r_2, \dots, r_n) = \frac{r!}{r_1!r_2!} = \frac{r!}{r_1!(r-r_2)!}$  перетворюється у біноміальні коефіцієнти  $C_r^{r_1} = C_r^{r_2}$ , а  $\sum_{r_1=0}^r C_r^{r_1} = 2^r$

Якщо у перестановках з повтореннями, породжених розміщенням  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$ , нехтувати порядком елементів, то замість всіх таких перестановок дістанемо невпорядкований набір елементів  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$ , у якому кожен елемент  $x_i \in \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ , причому кожен елемент  $a_i$  зустрічається  $r_i \geq 0$  разів серед елементів  $x_1, x_2, \dots, x_r$  і  $r_1 + r_2 + \dots + r_n = r$ . Тоді кожен такий невпорядкований набір  $(x_1, x_2, \dots, x_r)$  називають *комбінацією з повтореннями з  $n$  даних попарно різних елементів  $a_1, a_2, \dots, a_n$  по  $r$  елементів*.

Отже, кожна комбінація з повтореннями  $(x_1, x_2, \dots, x_r) = x$  цілком визначається набором чисел  $r_1(x), r_2(x), \dots, r_n(x)$ . Тому, дві комбінації з повтореннями:  $x = (x_1, x_2, \dots, x_r)$  та  $y = (y_1, y_2, \dots, y_r)$  є рівними тоді і тільки тоді, коли  $r_1(x) = r_1(y)$ ,  $r_2(x) = r_2(y)$ , ...,  $r_n(x) = r_n(y)$ .

Враховуючи цей факт кожен комбінацію з повторенням з  $n$  даних елементів  $a_1, a_2, \dots, a_n$  по  $r$  елементів можна тлумачити як результат випадкового експерименту, коли:

1)  $r$  елементів комбінації зображуються  $r$  зірочками (\*), які розташовано в  $n$  скриньках, зображених за допомогою  $(n+1)$  вертикальних рисок. Наприклад, чотири вертикальні риси  $|||$  зображують три скриньки. Скриньки, зображені  $(n+1)$  вертикальними рисками, занумеровано номерами від 1 до  $n$  зліва направо. При цьому у першій скриньці знаходиться  $r_1$  елементів  $a_1$ , у другій –  $r_2$  елементів  $a_2$ , ..., у  $n$ -ій –  $r_n$  елементів  $a_n$ ;

2) якщо  $r_i \geq 0$  – кількість елементів комбінації, що співпадають з  $a_i$ , тобто знаходяться у  $i$ -й скриньці, то ці елементи зображуються  $r_i$  зірочками (\*), що лежать між відповідною парою вертикальних рисок. Наприклад, зображення виду  $||**||$  означає, що відповідне сполучення з повторенням з трьох елементів  $a_1, a_2, a_3$  по чотири елементи має вигляд  $(a_1, a_1, a_3, a_3)$ , тобто по два елементи містяться у першій і третій скриньці, а у другій скриньці елементів нема.

Бачимо, що кожна комбінація з повтореннями з  $n$  елементів по  $r$  елементів взаємно однозначно визначається відповідним зображенням  $(n+1)$ -єї риси і  $r$  – зірочок. При цьому перший і останній знак зображення обов'язково є вертикальними рисками, а інші  $(n+r-1)$  знаків на  $r$  місцях є зірочками, а на інших місцях – рисками.

Таким чином, *утворення кожної комбінації з повтореннями полягає у виборі  $r$  місць серед  $(n+r-1)$ -го місця*. Тому кількість  $\bar{C}_n^r$  усіляких комбінацій з повтореннями з  $n$  елементів по  $r$  елементів обчислюється за формулою

$$\bar{C}_n^r = C_{n+r-1}^r = \frac{(n+r-1)!}{r!(n-1)!}. \quad (6)$$

Наведені комбінаторні формули відіграють важливу роль у статистичній фізиці. Розкриття цієї ролі є важливішим за розв'язування величезної кількості стандартних задач на обчислення ймовірностей за допомогою комбінаторних формул.

**3. Ймовірнісні моделі розташування мікрочастинок в комірках фазового простору.** У статистичній фізиці досліджують властивості макроскопічних тіл на основі властивостей і законів руху їх мікрочастинок (молекули, атоми, елементарні частинки (протони, електрони, нейтрони тощо)). У величезній кількості фізичних моделей реального світу виходять з того, що кожна мікрочастинка у будь-який момент часу знаходиться у певній комірці так званого *фазового простору*. Відомо, що розташування мікрочастинок в комірках фазового простору не є детермінованим, а має випадковий характер, який розкривається за допомогою певних ймовірнісних моделей [1, с. 60-62].

**3.1. Статистика Максвелла-Больцмана.** Розглянемо  $r$  мікрочастинок, що знаходяться у фазовому просторі, який складається з  $n$  комірок. На початку створення статистичної фізики вчені вважали, що і мікрочастинки, і комірки фазового простору є *розрізнюваними об'єктами*, тобто

кожній мікрочастинці можна приписати певний номер від 1 до  $r$ , а кожній комірці – номер від 1 до  $n$ . Окрім цього вважали, що у кожній комірці фазового простору може міститися будь-яка кількість від 0 до  $r$  мікрочастинок з номером від 1 до  $r$ . Отже якщо  $r_k$  – кількість мікрочастинок у  $k$ -ій комірці, то  $r_1 + r_2 + \dots + r_n = r$ .

При цьому, кожний  $i$ -й мікрочастинці відповідає єдиний номер  $n_i$  комірки, проте різні мікрочастинки (за номерами) можуть міститися в одній комірці, тобто різним номерам мікрочастинок може відповідати один і той самий номер комірки. Тому маємо розміщення з повторенням  $n$  комірок на  $r$  мікрочастинках. Кожне таке розміщення називатимемо *розташуванням  $r$  мікрочастинок в  $n$  комірках фазового простору*.

Оскільки у фіксований момент часу кожна мікрочастинка може знаходитися у будь-якій з  $n$  комірок, то для цього моменту часу можливим є  $n^r$  розташувань  $r$  мікрочастинок в  $n$  комірках.

Виходячи з інтуїтивного розуміння випадковості, вчені на початку вважали, що усі ці  $n^r$  розташувань є рівномірними, а тому відповідна ймовірнісна модель  $(\Omega, S, P)$  визначається умовами:

- простір елементарних подій  $\Omega$  є сукупністю усіляких розміщень з повтореннями з  $n$  комірок по  $r$  мікрочастинках; кількість таких розміщень дорівнює  $n^r$ ;
- кожне розміщення  $e \in \Omega$  визначає подію  $E = \{e\}$ , ймовірність якої  $P(E) = \frac{1}{n^r}$ , тобто простір подій  $S$  є найширшим з можливих, а ймовірність  $P$  рівномірно розподілена на множині елементарних подій  $\Omega$ .

У таблиці 1 наведено ілюстрації елементарних подій простору  $\Omega$  для випадків  $r=3, n=2$  та  $r=2, n=3$ , коли мікрочастинки позначено  $a_i$ , а кожна комірка зображена парою сусідніх вертикальних рисок.

Окрім цього вказано відповідне розміщення з повтореннями з  $n$  номерів 1, 2, ...,  $n$  комірок по  $r$  номерам мікрочастинок. Наприклад, розміщення (1, 1, 1) означає, що у першій комірці містяться мікрочастинки  $a_1, a_2$  і  $a_3$ ; (1, 1, 2) – у першій комірці міститься  $a_1, a_2$ , а у другій  $a_3$ ; (1, 2, 1) – у першій комірці містяться  $a_1$  і  $a_3$ , а у другій –  $a_2$  і т.д.

Таблиця 1

$e_i$	$r=3, n=2$	$r=2, n=3$
$e_1$	$ a_1 a_2 a_3 $ (1, 1, 1)	$ a_1 a_2 $ (1,1)
$e_2$	$ a_1 a_2 a_3 $ (2,2,2)	$ a_1 a_2 $ (2,2)
$e_3$	$ a_1 a_2  a_3$ (1,1,2)	$ a_1 a_2 $ (3,3)
$e_4$	$ a_1 a_3  a_2$ (1,2,1)	$ a_1  a_2$ (1,2)
$e_5$	$ a_2 a_3  a_1$ (2,1,1)	$ a_2  a_1$ (2,1)
$e_6$	$ a_1  a_2 a_3$ (1,2,2)	$ a_1  a_2$ (1,3)
$e_7$	$ a_2  a_1 a_3$ (2,1,2)	$ a_2  a_1$ (3,1)
$e_8$	$ a_3  a_1 a_2$ (2,2,1)	$ a_1  a_2$ (2,3)
$e_9$		$ a_2  a_1$ (3,2)

У випадку  $r=3, n=2$  маємо  $P(\{e_i\}) = \frac{1}{8}, i=1,2,\dots,8$ , а у випадку  $r=2, n=3$  маємо

$$P(\{e_i\}) = \frac{1}{9}, i=1,2,\dots,9.$$



Наведену ймовірнісну модель називають *статистикою Максвелла-Больцмана*, а відповідний розподіл ймовірностей – *розподілом Максвелла-Больцмана*. Згідно з цією статистикою ймовірність події  $A = A(r_1, r_2, \dots, r_n) - \langle \text{у } i\text{-й комірці міститься } r_i \in \overline{0, r} \text{ елементів} \rangle - \text{складається з усіляких перестановок фіксованого розміщення з повторенням } (x_1, x_2, \dots, x_r), \text{ визначається рівністю}$

$$P(A) = \frac{r!}{r_1! r_2! \dots r_n! n^r}, \quad (8)$$

оскільки кількість таких перестановок дорівнює  $\frac{r!}{r_1! r_2! \dots r_n!}$ , де  $r_i \geq 0$  – кількість мікрочастинок у  $i$ -й комірці,  $i = 1, 2, \dots, n$ , причому  $r_1 + r_2 + \dots + r_n = r$  – загальна кількість мікрочастинок.

Зокрема, якщо  $r=3, n=2$ , то подія  $A = A(2,1) = \{e_3, e_4, e_5\}$  – «у першій комірці міститься  $r_1 = 2$  елемента, а у другій  $r_2 = 1$  елемент» і тому  $P(A) = P(\{e_3, e_4, e_5\}) = \frac{3}{8} = \frac{3!}{2!1!2^3} = P(\{e_6, e_7, e_8\})$ , а якщо  $r=2, n=3$ , то подія  $A = A(1,1,0) = \{e_4, e_5\}$  – «у першій комірці міститься  $r_1 = 1$  елемент, у другій –  $r_2 = 1$  елемент і у третій –  $r_3 = 0$  елементів» і тому  $P(A) = P(\{e_4, e_5\}) = \frac{2}{9} = \frac{2!}{1!1!0!3^2} = P(\{e_6, e_7\}) = P(\{e_8, e_9\})$  (див. таблицю 1).

**3.2. Статистика Бозе-Ейнштейна.** Априорі (тобто до проведення дослідів) статистика Максвелла-Больцмана не викликала у вчених ніяких заперечень, проте на практиці виявилось, що для багатьох видів мікрочастинок ймовірностями подій  $A = A(r_1, r_2, \dots, r_n)$  доцільно вважати зовсім інші числа:

$$P(A) = P(A(r_1, r_2, \dots, r_n)) = \frac{1}{C_{n+r-1}^r} \quad (9)$$

При цьому також виявилось, що не для кожної елементарної події  $e \in \Omega$  можна знайти статистичну ймовірність події  $E = \{e\}$ , тобто *не доцільно вважати простір подій  $S$  найширшим з можливих*. Замість цього слід вважати, що простір подій  $S$  породжений попарно несумісними подіями  $A(r_1, r_2, \dots, r_n)$ .

Причина цього виявилася у тому, що на практиці можна фіксувати лише кількість мікрочастинок у кожній комірці фазового простору. Тому усі елементарні події, що утворюють подію  $A = A(r_1, r_2, \dots, r_n)$ , тобто є перестановками з повторенням фіксованого розміщення з повторенням, на практиці сприймаються як одна комбінація з повтореннями з  $n$  елементів по  $r$  елементів. Оскільки кількість таких комбінацій з повтореннями дорівнює  $C_{n+r-1}^r$ , то можна вважати, що ймовірнісна модель визначається рівністю (9). Таку ймовірнісну модель називають *статистикою Бозе-Ейнштейна*, а рівномірний розподіл ймовірності на множині подій  $A(r_1, r_2, \dots, r_n)$ , що визначається рівністю (9), називають *розподілом Бозе-Ейнштейна*.

У статистиці Бозе-Ейнштейна можна вважати, що елементарними подіями є усілякі розміщення з повтореннями з  $n$  елементів по  $r$  елементів (і тоді простір подій  $S$  породжується подіями  $A(r_1, r_2, \dots, r_n)$ ), або ж вважати, що елементарними подіями є усілякі комбінації з повтореннями з  $n$  елементів по  $r$  елементів, і тоді простір подій  $S$  є найширшим з можливих.

Наприклад, для другого підходу і випадків  $r=3, n=2$  та  $r=2, n=3$  ілюстрації елементарних подій наведено у таблиці 2, де (1, 1, 1) означає, що у першій комірці містяться усі мікрочастинок і це позначається парою (3, 0), де  $r_1=3, r_2=0$ ; (1, 1, 2) означає, що у першій комірці – дві мікрочастинок, а у другій – одна і це позначається парою (2, 1), тобто  $r_1=2, r_2=1$ ; для  $r=2, n=3$  пара (1, 1) означає, що у першій комірці містяться обидві мікрочастинок, а у другій та третій комірках нема мікрочастинок і це позначається трійкою (2, 0, 0), тобто  $r_1=2, r_2=0, r_3=0$  і т.д.

Таблиця 2

$e_i$	$r=3, n=2$	$r=2, n=3$
$e_1$	***     (1,1,1) (3,0)	**       (1,1) (2,0,0)
$e_2$	***   (2,2,2) (0,3)	**     (2,2) (0,2,0)

$e_3$	**   *	**
	(1,1,2) (2,1)	(3,3) (0,0,2)
$e_4$	*   **	*   *
	(1,2,2) (1,2)	(1,2) (1,1,0)
$e_5$	*     *	*     *
		(1,3) (1,0,1)
$e_6$	*   *	*   *
		(2,3) (0,1,1)

У таблиці 2 кожна мікрочастинка позначена одним і тим самим символом “\*”, оскільки мікрочастинки вважаються *нерозрізнюваними*.

**3.3. Статистика Фермі-Дірака.** Статистика Бозе-Ейнштейна ефективно застосовна до багатьох мікрочастинок, які називають *бозонами*. Наприклад, бозонами є фотони,  $\pi$ -мезони,  $\alpha$ -частинки, атомні ядра з парною кількістю нуклонів.

Разом з тим виявилось, що для багатьох мікрочастинок статистика Бозе-Ейнштейна не є ефективною, тобто не всі мікрочастинки є бозонами. Наприклад, протони, електрони, нейтрони не є бозонами. Для таких видів мікрочастинок була запропонована інша ймовірнісна модель  $(\Omega, S, P)$ , яку називають *статистикою Фермі-Дірака*, а такі мікрочастинки називають *ферміонами*.

Сутність цієї моделі полягає у тому, що можливими є лише такі розташування  $r$  нерозрізнюваних мікрочастинок в  $n$  комірках фазового простору, коли у кожній комірці міститься не більше однієї мікрочастинки. Тому обов'язково  $r \leq n$  і кожне таке розташування мікрочастинок в комірках є комбінацією з  $n$  елементів по  $r$  елементів. Отже, елементарними подіями простору  $\Omega$  можна вважати усілякі комбінації з  $n$  елементів по  $r$  елементів. Оскільки кількість таких комбінацій дорівнює  $C_n^r$ , то було запропоновано вважати, що

$$P(\{e\}) = \frac{1}{C_n^r}, \quad e \in \Omega. \quad (10)$$

Розподіл ймовірностей за формулою (10) називають *розподілом Фермі-Дірака*.

Наприклад, дві нерозрізнювані мікрочастинки ( $r=2$ ) можна розташувати в трьох комірках так:

$$| * | * | \quad |, \quad | * | \quad | * |, \quad | \quad | * | * |,$$

тобто  $\Omega = \{1,2\}, \{1,3\}, \{2,3\}$  і тому

$$P(e) = \frac{1}{3} = \frac{1}{C_3^2} = \frac{2!!}{3!}.$$

Отже, до проведення змістовних досліджень вчені-фізики не мали підстав вважати, що розташування мікрочастинок в комірках фазового простору не задовольняє розподіл Максвелла-Больцмана, а різні види мікрочастинок (наприклад, фотони і протони) підпорядковуються різним ймовірнісним законам. Таким чином, *інтуїтивні уявлення про випадковість та ймовірність, пов'язані з рівноможливістю усіх можливих результатів випадкового експеримента, на практиці часто виявляються хибними*.

#### 4. Ймовірнісна модель успадкування ознак при випадковому схрещуванні. Теорема Харді.

У сучасній біології *випадковим схрещуванням* [1, с. 152-154] називають експеримент, пов'язаний з випадковим вибором батьківської пари з множини усіляких можливих батьківських пар, результатом чого є наслідування ознак (від батька та від матері) *нащадками першого покоління* (та наступних поколінь). Точніше, батьківський і материнський гени (що відповідають за певні ознаки) вибирають випадково і незалежно з множини генів-гамет чоловічих і жіночих осіб *батьківської популяції*. Ці гамети утворюються шляхом розщеплення статевих клітин, що мають один з генотипів  $AA$ ,  $Aa$  чи  $aa$ .

Фактично експеримент  $\varepsilon$  з випадкового схрещування можна тлумачити як добуток експериментів:  $\varepsilon = (\varepsilon_1 \times \varepsilon_2) \times (\varepsilon_3 \times \varepsilon_4)$ , де:

- експеримент  $\varepsilon_1$  (експеримент  $\varepsilon_3$ ) полягає у випадковому виборі з множини  $\Omega_1 = \{AA, Aa, aa\}$  генотипів можливого батька (матері). При цьому ймовірнісний простір  $(\Omega_1, S_1, P_1)$  визначається рівностями  $P_1(AA) = P_1(\{AA\}) = u$ ,  $P_1(Aa) = P_1(\{Aa\}) = 2v$  і  $P_1(aa) = P_1(\{aa\}) = w$ , де  $u \geq 0, v \geq 0, w \geq 0$  і  $u + 2v + w = 1$ ;
- експеримент  $\varepsilon_2$  (експеримент  $\varepsilon_4$ ) полягає у виборі навмання першої або другої гамети, що є

результатом розщеплення клітин певного генотипу. При цьому імовірнісний простір  $(\Omega_2, S_2, P_2)$  визначається умовами  $\Omega_2 = \{1; 2\}$ ,  $P_2(1) = P_2(\{1\}) = P_2(2) = P_2(\{2\}) = \frac{1}{2}$ , тобто кожна з двох утворених гамет певного генотипу може бути вибраною з ймовірністю  $\frac{1}{2}$ ;

- результати експерименту  $\varepsilon_\delta = \varepsilon_1 \times \varepsilon_2$  утворюють простір  $\Omega_\delta = \Omega_1 \times \Omega_2 = \{(AA,1), (AA,2), (Aa,1), (Aa,2), (aa,1), (aa,2)\} = \{A_1, A_2, A, a, a_1, a_2\}$ , де  $A_1 = (AA,1)$  – результати вибору першої гамет, пов’язаної з генотипом  $AA$  і аналогічне тлумачення для позначень  $A_2, a_1$  і  $a_2$ ;  $A = (Aa,1)$  – результат вибору першої гамет, пов’язаної з генотипом  $Aa$ , і аналогічне тлумачення для позначення  $a = (Aa,2)$ .

З експериментом  $\varepsilon_\delta$  пов’язаний імовірнісний простір  $(\Omega_\delta, S_\delta, P_\delta)$ , що є добутком імовірнісних просторів  $(\Omega_1, S_1, P_1)$  і  $(\Omega_2, S_2, P_2)$ . Тому

$$P_\delta(A_1) = P_\delta((AA,1)) = P_1(AA) \cdot P_2(1) = u \cdot \frac{1}{2} = \frac{u}{2};$$

$$P_\delta(A_2) = P_\delta((AA,2)) = P_1(AA) \cdot P_2(2) = u \cdot \frac{1}{2} = \frac{u}{2};$$

$$P_\delta(A) = P_\delta((Aa,1)) = P_1(Aa) \cdot P_2(1) = 2v \cdot \frac{1}{2} = v;$$

$$P_\delta(a) = P_\delta((Aa,2)) = P_1(Aa) \cdot P_2(2) = 2v \cdot \frac{1}{2} = v;$$

$$P_\delta(a_1) = P_\delta((aa,1)) = P_1(aa) \cdot P_2(1) = w \cdot \frac{1}{2} = \frac{w}{2};$$

$$P_\delta(a_2) = P_\delta((aa,2)) = P_1(aa) \cdot P_2(2) = w \cdot \frac{1}{2} = \frac{w}{2}.$$

Розглянемо події:

$A_\delta = \{A_1, A_2, A\}$  – «нащадок успадкував від батька ген-гамет  $A$ »;

$a_\delta = \{a_1, a_2, a\}$  – «нащадок успадкував від батька ген-гамет  $a$ ».

Легко бачити, що

$$p = P_\delta(A_\delta) = P_\delta(A_1) + P_\delta(A_2) + P_\delta(A) = \frac{u}{2} + \frac{u}{2} + v = u + v \geq 0,$$

а

$$q = P_\delta(a_\delta) = P_\delta(a_1) + P_\delta(a_2) + P_\delta(a) = \frac{w}{2} + \frac{w}{2} + v = w + v \geq 0,$$

причому  $p + q = u + 2v + w = 1$ .

У зв’язку з цим можна вважати, що з експериментом  $\varepsilon_\delta$  пов’язаний імовірнісний простір  $(\Omega_\delta^*, S_\delta^*, P_\delta^*)$ , де  $\Omega_\delta^* = \{A_\delta, a_\delta\}$  і  $P_\delta^*(A_\delta) = p = u + v$ , а  $P_\delta^*(a_\delta) = q = w + v$ .

Аналогічно можна дістати експеримент  $\varepsilon_m = (\varepsilon_3 \times \varepsilon_4)$ , пов’язаний з випадковим наслідуванням нащадком від матері генів-гаметів  $A$  чи  $a$ , і переконатися, що випадково вибраний нащадок першого покоління успадковує від матері ген-гамет  $A$  з ймовірністю  $P_m(A_m) = p = u + v$ , або ген-гамет  $a$  – з ймовірністю  $P_m(a_m) = q = w + v$ .

Оскільки експеримент  $\varepsilon$  з випадкового схрещування є добутком експериментів  $\varepsilon_\delta$  і  $\varepsilon_m$ , то відповідний йому імовірнісний простір  $(\Omega, S, P)$  є добутком імовірнісних просторів  $(\Omega_\delta^*, S_\delta^*, P_\delta^*)$  та  $(\Omega_m^*, S_m^*, P_m^*)$ .

Тому

$$\Omega = \Omega_\delta^* \times \Omega_m^* = \{A_\delta, a_\delta\} \times \{A_m, a_m\} = \{(A_\delta, A_m), (A_\delta, a_m), (A_m, a_\delta), (a_\delta, a_m)\},$$

$$P(A_\delta, A_m) = P_\delta(A_\delta) \cdot P_m(A_m) = p \cdot p = p^2,$$

$$P(A_\delta, a_m) = P_\delta(A_\delta) \cdot P_m(a_m) = pq,$$

$$P(A_m, a_\delta) = P_m(A_m) \cdot P_\delta(a_\delta) = pq,$$

$$P(a_\delta, a_m) = P_\delta(a_\delta) P_m(a_m) = q^2.$$

Звідси випливає, що при випадковому схрещуванні ймовірність наслідування нащадком першого покоління генотипу  $AA$ ,  $Aa$  чи  $aa$  дорівнює відповідно

- $P(AA) = P((A_\delta, A_m)) = p^2$ ;
- $P(Aa) = P(\{(A_\delta, a_m), (A_m, a_\delta)\}) = P((A_\delta, a_m)) + P((A_m, a_\delta)) = pq + pq = 2pq$ ;
- $P(aa) = P((a_\delta, a_m)) = q^2$ ,

де  $p = u + v$ ,  $q = w + v$ , причому для популяції батьків генотип  $AA$ ,  $Aa$  і  $aa$  розподілено у відношенні  $u : 2v : w$ , де  $u \geq 0, v \geq 0, w \geq 0$  і  $u + 2v + w = 1 = p + q$ .

Таким чином для популяції нащадків першого покоління генотип  $AA$ ,  $Aa$  і  $aa$  розподілено у відношенні  $u_1 : 2v_1 : w_1$ , де  $u_1 = p^2, v_1 = pq, w_1 = q^2$ , а тому  $p_1 = u_1 + v_1 = p^2 + pq = p(p + q) = p$ ,  $q_1 = w_1 + v_1 = q^2 + pq = q(q + p) = q$ .

За доведеним для популяції нащадків другого покоління генотипи  $AA$ ,  $Aa$  і  $aa$  розподілено у відношенні  $p^2 : 2pq : q^2$ . Такий самий розподіл дістаємо для популяції нащадків третього, четвертого і взагалі  $i$ -го покоління  $i \geq 1$ .

Отже, правильна наступна **теорема Харді**: за умов випадкового схрещування для популяції нащадків  $i$ -го покоління,  $i=1,2,3,\dots$ , розподіл генотипів  $AA$ ,  $Aa$  і  $aa$  є стаціонарним, тобто ймовірність цих генотипів розподілено у відношенні  $p^2 : 2pq : q^2$ , де  $p = u + v, q = w + v$ , а числа  $u \geq 0, v \geq 0, w \geq 0$  довільні і задають розподіл генотипів  $AA$ ,  $Aa$  і  $aa$  у нульовій батьківській популяції у відношенні  $u : 2v : w$ .

Англійський математик Г. Харді, який довів це твердження, підкреслював, що на практиці розподіл генотипів  $AA$ ,  $Aa$  і  $aa$  для нащадків  $i$ -го покоління,  $i=1,2,3,\dots$ , насправді є приблизно стаціонарним, оскільки при переході від покоління до покоління генетична структура хоч і повільно, проте змінюється. Це ще одне підтвердження того, що будь-яка математична модель, зокрема ймовірнісна, надає лише наближені відомості про досліджувані об'єкти. Якщо точність наближення задовольняє дослідника, модель вважають ефективною та продовжують застосовувати її. В іншому разі модель вважають неефективною та її уточнюють або будують принципово нову модель.

**5. Ймовірнісна модель пришвидшення аналізу крові у великій групі людей.** Припустимо, що в якійсь надзвичайній ситуації (епідемія, стихійне лихо, бойові дії) необхідно зробити аналіз крові у великій групі людей, яка нараховує  $m = kn$  осіб.

Якщо досліджувати кров кожної людини окремо, то слід провести  $m$  аналізів, а  $m$  – дуже велике і тому на це потрібно багато часу, якого може не бути.

Чи можна пришвидшити потрібний аналіз? Виявляється, що так [1, с. 254]. Для цього можна розподілити наявні  $m$  осіб на  $n$  груп по  $k$  осіб у кожній. Кров  $k$  осіб кожної групи змішують і аналізується суміш.

Якщо результат цього аналізу негативний, тобто серед  $k$  осіб нема хворих, то для  $k$  осіб достатньо проведення одного аналізу.

Якщо ж результат аналізу суміші позитивний, тобто серед  $k$  осіб принаймні один хворий, то потрібно додатково провести аналіз крові кожної з  $k$  осіб даної групи і тому у цьому випадку необхідно провести  $(k + 1)$  аналіз.

Припустимо, що для кожної з  $m$  осіб ймовірність позитивного аналізу дорівнює  $p \in (0;1)$ . Тоді, якщо кожна група з  $k$  осіб утворюється навмання, то, згадуючи біноміальні ймовірності, дістанемо: ймовірність того, що у цій групі буде принаймні один хворий, дорівнює  $1 - (1 - p)^k = p_1$ .

Отже, для кожної групи можна побудувати ймовірнісну модель  $(\Omega, S, P)$ , для якої  $\Omega = \{1;0\}$ , де 1 означає, що у групі є принаймні один хворий, а 0 – означає, що хворих у групі нема;  $S = \{\emptyset, \Omega, \{1\}, \{0\}\}$ ;  $P(\{1\}) = p_1 = 1 - (1 - p)^k$  і  $P(\{0\}) = (1 - p)^k = 1 - p_1$ .

Введемо випадкову величину  $X(e)$ ,  $e \in \Omega$ ;  $X(1) = k + 1$ ,  $X(0) = 1$  – кількість відповідних аналізів крові для даної групи осіб. Математичне сподівання цієї випадкової величини дорівнює  $M[X] = (k + 1)p_1 + 1 \cdot (1 - p_1) = k + 1 - k(1 - p)^k$ .

Оскільки треба дослідити  $n$  груп по  $k$  осіб у кожній групі, то, здійснюючи повторні незалежні випробування, дістанемо незалежні випадкові величини  $X_i(e)$ ,  $e \in \Omega^n = \{e = (e_1, \dots, e_n) : e_i \in \{1;0\}, i \in \overline{1, n}\}$ , де  $X_i(e) = X_i(e_1, \dots, e_n) = X(e_i)$ . Тому

$$X_i(e) = X_i(e_1, \dots, e_n) = \begin{cases} k+1, & \text{коли } e_i = 1, \\ 1, & \text{коли } e_i = 0. \end{cases}$$

Оскільки для кожного  $i$ -го випробування ймовірність  $P_n(\{e = (e_1, \dots, e_n) : e_i = 1\}) = p_1 = 1 - (1-p)^k$ , то  $M[X_i] = M[X] = k+1 - k(1-p)^k$ ,  $i \in \overline{1, n}$ .

Зрозуміло, що випадкова величина  $X(e) = \sum_{i=1}^n X_i(e)$ ,  $e \in \Omega^n$ , набуває значень  $n + ik$ ,  $i \in \overline{0, n}$ , де  $i$  – кількість тих координат елементарної події  $e = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ , що дорівнюють 1. Ці значення характеризують можливі кількості аналізів крові. Згідно із законом великих чисел спостережені значення випадкової величини  $X$  з великою ймовірністю мало відрізняються від математичного сподівання  $M[X]$ , де

$$M[X] = M\left[\sum_{i=1}^n X_i\right] = \sum_{i=1}^n M[X_i] = n(k+1 - k(1-p)^k) = nk(1 - (1-p)^k) + \frac{1}{k} = m(1 - (1-p)^k) + \frac{1}{k}.$$

Виявляється, що коли  $k$  близьке до  $\frac{1}{\sqrt{p}}$ , то  $M[X] = m(1 - (1-p)^k) + \frac{1}{k}$  близьке до  $2m\sqrt{p}$ , а

тому для малих  $p$  кількість аналізів крові за розглянутою методикою може бути суттєво менша за  $m$ . Так, наприклад, під час другої світової війни використання цієї методики дозволяло скоротити кількість аналізів на 80%.

**6. Ймовірнісна модель оцінки якості великої кількості виробів та прогнозування результатів виборів.** Нехай деяке підприємство виготовило велику кількість  $n$  виробів, серед яких є певна невідома кількість  $m$  бракованих. Припустимо, що перевірка якості кожного з  $n$  виробів є економічно недоцільною. Тоді здійснюють так званий *вибірковий контроль*: навмання вибирають  $n_0$  виробів ( $n_0$  значно менше за  $n$ ) і серед них знаходять усі браковані – нехай їх кількість буде  $m_0$ .

Наскільки добре число  $\frac{m_0}{n_0} = p^*$  – статистична ймовірність наближає фактичне відношення

$p = \frac{m}{n}$ ? Щоб відповісти на поставлене питання, побудуємо ймовірнісну модель  $(\Omega, S, P)$ , де

$\Omega = \{1; 0\}$ ,  $S = S^* = \{\emptyset, (\Omega, \{1\}, \{0\})\}$ , а  $P(\{1\}) = \frac{m}{n} = p$ ,  $P(\{0\}) = 1 - p$ , тобто експеримент полягає у виборі навмання виробу і фіксації бракований він чи ні. Результатом кожного випробування є 1, коли виріб виявився бракованим, і 0 в іншому разі.

*Добре організований вибірковий контроль* повинен забезпечувати умову, що у кожному з  $n$  послідовних випробувань (вибранні навмання виробу) ймовірність даної події  $A$  (вибраний виріб є бракованим) залишається приблизно однією і тією самою. Тоді, як відомо, ймовірність того, що  $|p^* - p| = |p^*(A) - p(A)| < \varepsilon = \beta \sqrt{\frac{p(p-1)}{n_0}}$ , досить мало відрізняється від числа  $2\Phi(\beta)$ , де  $\Phi(\beta)$  – функція Лапласа. Зокрема, якщо  $\beta = 3$ , то ця ймовірність мало відрізняється від 0,9974. Таким чином з ймовірністю  $2\Phi(\beta)$  можна вважати, що

$$\begin{aligned} |p - p^*| = \left| \frac{m}{n} - \frac{m_0}{n_0} \right| < \beta \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_0}} &\Leftrightarrow (p - p^*)^2 n_0 < \beta^2 p(1-p) \Leftrightarrow (p^2 - 2pp^* + p^{*2})n_0 - \\ &- \beta^2 p + \beta^2 p^2 < 0 \Leftrightarrow (\beta^2 + n_0)p^2 - (2n_0p^* + p^2)p + n_0p^{*2} < 0. \end{aligned}$$

Розв'язавши останню нерівність, дістанемо, що з ймовірністю  $2\Phi(\beta)$   $p \in (a_1(n_0, \beta); a_2(n_0, \beta))$ , де

$$\begin{aligned} a_{1,2}(n_0, \beta) &= \frac{(2n_0p^* + \beta^2) \pm \sqrt{(2n_0p^* + \beta^2)^2 - 4(\beta^2 + n_0)n_0p^{*2}}}{2(\beta^2 + n_0)} = \\ &= \frac{(2n_0p^* + \beta^2) \pm \sqrt{4n_0^2p^{*2} + 4n_0p^*\beta^2 + \beta^4 - 4\beta^2n_0p^{*2} - 4n_0^2p^{*2}}}{2(p^2 + n_0)} = \\ &= \frac{2n_0p^* + \beta^2 \pm \sqrt{4n_0\beta^2p^*(1-p^*) + \beta^4}}{2(\beta^2 + n_0)}. \end{aligned}$$

Наприклад, якщо підприємство виготовило кілька мільйонів виробів, серед яких перевірено

$n_0 = 10000$  і при вибіркового контролі виявлено  $m_0 = 300$  бракованих виробів, то з ймовірністю  $0,9974 = 2\Phi(3)$  можна вважати, що  $\beta \in (a_1(10000,3); a_2(10000,3))$ , де

$$a_{1,2}(10000,3) = \frac{600 + 9 \pm \sqrt{36 \cdot 300(1 - \frac{3}{100} + 81)}}{2(9 + 10000)} = \frac{609 \pm \sqrt{36 \cdot 291 + 81}}{20018} \approx \\ \approx 0,0304 \pm \frac{6 \cdot 17}{20018} \approx 0,0304 \pm 0,005.$$

Тобто з ймовірністю  $0,9974$  можна стверджувати, що  $p \approx 0,030$  і абсолютна похибка цього наближення не перевищує  $0,005$ .

Інтервал  $(a; b)$ , в якому знаходиться невідома ймовірність  $p$ , називають *довірчим інтервалом*, а ймовірність того, що  $p$  належить довірчому інтервалу називають *рівнем довіри*.

Для розглянутого прикладу довірчим інтервалом є  $(0,0254; 0,0354)$ , а рівень довіри дорівнює  $0,9974$ .

**7. Математичне сподівання, теорема про середнє і обчислення об'ємів деяких фігур.** Розкриваючи міжпредметні зв'язки теорії ймовірностей, доцільно звернути увагу на теорему про середнє для інтегралів довільної кратності:

$$\int_{\Omega_X} \psi(x) \varphi(x) dx = M[Z] \cdot \int_{\Omega_X} \varphi(x) dx \quad (1)$$

за умови інтегровності функцій  $\psi$  та  $\varphi$  на  $\Omega_X$ , причому  $\varphi(x) \geq 0$  на  $\Omega$ . При цьому функцію  $\varphi$  називають *ваговою функцією*, а число

$$M[Z] = \frac{1}{\int_{\Omega_X} \varphi(x) dx} \cdot \int_{\Omega_X} \psi(x) \varphi(x) dx, \text{ де } Z = \psi(x), \quad (2)$$

за умови  $\int_{\Omega} \varphi(x) dx > 0$ , називають *інтегральним зваженим середнім функції  $\psi$  на множині  $\Omega_X$* .

Зокрема, якщо  $\varphi(x) = 1$ , коли  $x \in G \subset \Omega_X$  і  $\varphi(x) = 0$ , коли  $x \notin G \subset \Omega_X$ , причому  $\int_{\Omega_X} \varphi(x) dx = \int_G 1 dx = m(G) \in (0; +\infty)$ , то рівність (1) набуде вигляду

$$\int_G \psi(x) dx = M[Z] \cdot m(G),$$

а тому рівність (2) перетвориться у рівність

$$M[Z] = \frac{1}{m(G)} \int_G \psi(x) dx \quad (2^*)$$

Тоді число  $M[Z]$  називають *середнім інтегральним значенням функції  $\psi$  на множині  $G$* . У випадку, коли  $G$  – компактна множина, а  $\psi$  неперервна на  $G$ , то  $M[Z] = \psi(x^*)$  для деякої точки  $x^* \in G$ .

Зауважимо, що величину  $M[Z]$  в рівності (2\*) можна тлумачити як математичне сподівання випадкової величини  $Z = \psi(X)$  за умови, що ймовірність  $P_X$  розподілена на множині  $\Omega_X$  значень випадкової величини  $X$  з щільністю  $f_X(x) = \frac{\varphi(x)}{\int_{\Omega_X} \varphi(x) dx}$ ,  $x \in \Omega_X$ .

Зокрема, рівність (2) можна тлумачити як математичне сподівання випадкової величини  $Z = \psi(X)$  за умови, що ймовірність  $P_X$  розподілена рівномірно на множині  $G \subset \Omega_X$ . Враховуючи це, маємо для подвійних інтегралів формулу

$$\iint_G \psi(x, y) dx dy = M[Z] \cdot m(G), \quad (3)$$

яка у випадку неперервної і невід'ємної функції  $\psi(x, y)$ ,  $(x, y) \in G$ , пов'язує об'єм  $V$  циліндричного тіла під поверхнею, що задається функцією  $\psi(x, y)$ ,  $(x, y) \in G$ , з площею  $m(G)$  основи цього тіла та з математичним сподіванням  $M[Z]$  випадкової величини  $Z = \Psi(X, Y)$ , коли ймовірність  $P_{XY}$  рівномірно розподілена на множині  $G \subset \Omega_{XY}$  значень двохвимірної випадкової величини  $(X, Y)$ .

Зауважимо, що якщо на множині  $\Omega \subset R^n$  задано ймовірнісну міру (розподіл ймовірностей)  $P_X$ , а також задано функцію  $Z = \psi(X)$ ,  $X \in R^n$ ,  $Z \in R^1$ , то математичне сподівання випадкової величини обчислюється за формулою

$$M[Z] = \int_{\Omega_z} z P_z(dz) = \int_{\Omega} \psi(x) P_X(\psi^{-1}(dz)) \quad (**),$$

де  $\Omega_z$  образ множини  $\Omega$  при відображенні  $Z = \psi(X)$ ,  $P_z$  – ймовірнісна міра на множині  $\Omega_z$ , що породжується випадковою величиною  $Z$  на основі міри  $P_X$ .

Якщо при цьому розподіл ймовірностей на множині  $\Omega$  абсолютно неперервний і рівномірний,  $\Omega = G$ , то із формули (\*\*), одержується формула (2\*).

На основі формули (3) можна створити низку задач, за допомогою яких можна прослідкувати зв'язки теорії ймовірностей з іншими розділами математики.

Наведемо деякі приклади таких задач.

### 7.1. Об'єм конуса, площа його основи і математичне сподівання.

Нехай потрібно обчислити об'єм конуса з висотою  $h$  і основою  $G$ , міра (площа) якої  $m(G)$  відома, а бічна поверхня конуса описується рівнянням  $z = \psi(x, y)$ ,  $(x, y) \in G$ ,  $z \in [0; h]$ . Нехай  $G_z$  – частина площини всередині конуса, яка паралельна до основи конуса і перетинає конус на висоті  $z$ ,  $0 \leq z \leq h$ . Із подібності трикутників  $OSM$  і  $O_zSM_z$  (Рис. 1) слідує

$$m(G_z) = \left(\frac{h-z}{h}\right)^2 m(G) = \left(1 - \frac{z}{h}\right)^2 m(G), \quad z \in [0; h].$$

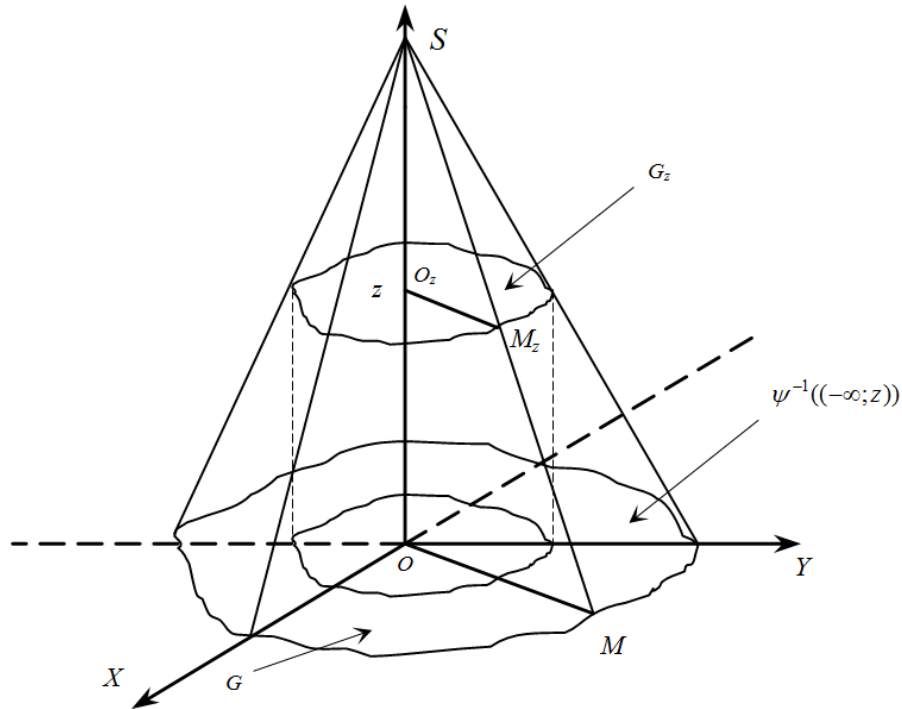


Рис. 1

Будемо вважати, що на множині  $G$  задано рівномірний розподіл ймовірностей із щільністю

$$f_{(X,Y)}(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{m(G)}, & \text{коли } (x, y) \in G, \\ 0, & \text{коли } (x, y) \notin G \end{cases}$$

і розглянемо випадкову величину  $Z = \psi(X, Y)$ , де  $(X, Y)$  випадковий вектор із множиною значень  $G$ .

Тоді функція розподілу ймовірностей на множині значень випадкової величини  $Z$

$$F_Z(z) = P_Z((-\infty; z)) = P_{(X,Y)}(\psi^{-1}((-\infty; z)))$$

в розглядуваному випадку матиме вигляд

$$F_Z(z) = \begin{cases} 0, & \text{коли } z \leq 0, \\ \frac{1}{m(G)}(m(G) - m(G_z)) = 1 - \left(1 - \frac{z}{h}\right)^2, & \text{коли } z \in [0; h]; \\ 1, & \text{коли } z \geq h, \end{cases}$$

звідки

$$f_Z(z) = \frac{d}{dz} F_Z(z) = \begin{cases} 0, & \text{коли } z \notin [0; h], \\ \frac{2}{h} \left(1 - \frac{z}{h}\right), & \text{коли } z \in [0; h]. \end{cases}$$

Обчислюючи тепер  $M[Z]$ , одержимо

$$M[Z] = \int_0^h z f_Z(z) dz = \int_0^h z \cdot \frac{2}{h} \left(1 - \frac{z}{h}\right) dz = \frac{2}{h} \left( \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{3h} \right) \Big|_0^h = \frac{h}{3}.$$

Враховуючи, що

$$M[Z] = \int_{\Omega_Z} z P_Z(dz) = \int_{\Omega_Z} z f_Z(z) dz = \iint_{\Omega} \psi(x, y) P_{(X, Y)}(\psi^{-1}(dz)) = \iint_{\Omega} \psi(x, y) f_{(X, Y)}(x, y) dx dy,$$

де  $\Omega_Z = Z(\Omega)$  – образ множини  $\Omega$  при відображенні  $Z = \psi(x, y)$ ,  $(x, y) \in \Omega$ , а також, що в розглядуваному випадку  $\Omega = G$ ,  $\Omega_Z = \{z \mid z \in [0; h]\}$ ,

$$f_{(X, Y)}(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{m(G)}, & \text{коли } (x, y) \in G, \\ 0, & \text{коли } (x, y) \notin G, \end{cases}$$

одержимо

$$M[Z] = \int_0^h z f_Z(z) dz = \iint_G \psi(x, y) \frac{1}{m(G)} dx dy,$$

звідки

$$\iint_G \psi(x, y) dx dy = m(G) \cdot M[Z] = m(G) \cdot \frac{h}{3}.$$

Зокрема, якщо в основі конуса круг радіуса  $R$ , тобто  $G = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 \leq R^2\}$ , тоді об'єм такого конуса дорівнюватиме

$$V = \iint_G \psi(x, y) dx dy = \frac{1}{3} \pi R^2 h.$$

Якщо  $G$  – круг радіуса  $R$  з центром в початку координат,  $G = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 \leq R^2\}$ , а конус прямий (вершина конуса проектується в центр круга), тоді функція  $\psi(x, y)$  матиме вигляд

$$\psi(x, y) = h \left(1 - \frac{1}{R} \sqrt{x^2 + y^2}\right), \quad (x, y) \in G$$

і за попереднім

$$\iint_G h \left(1 - \frac{1}{R} \sqrt{x^2 + y^2}\right) dx dy = \frac{1}{3} \pi R^2 h.$$

Аналогічні задачі можна сформулювати для випадків, коли:

- $\psi(x, y) = h$ ,  $x^2 + y^2 \leq R^2$ , і дістати формулу об'єму циліндра:  $V = \pi R^2 h$  та  $M[Z] = h$ ;
- $\psi(x, y) = h$ , коли  $x^2 + y^2 \leq r^2$ , і  $z = \psi(x, y)$  – бічна поверхня зрізаного конуса з висотою  $h$ , нижньою основою –  $G = \{(x, y) \in R^2 : x^2 + y^2 \leq R^2\}$  і верхньою основою –  $G_h = \{(x, y, h) : x^2 + y^2 \leq r^2\}$ , де  $r < R$ , та дістати формулу об'єму зрізаного конусу  $V = \frac{\pi}{3} h(R^2 + rR + r^2)$ , а також  $M[Z] = \frac{h}{3} \left(1 + \frac{r}{R} + \frac{r^2}{R^2}\right)$ ;
- $\psi(x, y) = \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}$ ,  $x^2 + y^2 \leq R^2$ , і дістати формули об'єму півкулі:  $V = \frac{2}{3} \pi R^3$ , а отже і кулі:  $2V = \frac{4}{3} \pi R^3$ , та  $M[Z] = \frac{2}{3} R$ .

**8. Висновки.** 1. Не зважаючи на те, що ймовірнісні моделі з рівноможливими елементарними подіями відіграють на практиці важливу роль, *орієнтуватися лише на такі моделі у процесі навчання стохастики студентів та учнів неприпустимо для будь-яких типів навчальних закладів*, оскільки це формує хибні уявлення про випадковість та її кількісне оцінювання.

2. *Не можна підпорядковувати навчання стохастики вивченню елементів комбінаторики*, оскільки у стохастичі комбінаторні методи пов'язані переважно з рівноможливими елементарними



подіями. Корисніше вводити найпростіші комбінаторні поняття і знаходити («відкривати») відповідні формули за допомогою певних стохастичних експериментів і побудови відповідних ймовірнісних моделей.

3. *Вивчення стохастики на будь-якому рівні слід розпочинати з побудови статистичних моделей, у яких ймовірність визначається за допомогою відносних частот (статистичних ймовірностей [3]-[6]), оскільки саме за допомогою статистичних ймовірностей можна перевірити ефективність будь-якої ймовірнісної моделі.*

4. *Доцільно систематично підкреслювати, що використання будь-якої ймовірнісної моделі дозволяє лише наближено прогнозувати, наскільки часто може відбуватися досліджувана реальна випадкова подія. Будь-яка математична модель є лише наближеним описом оточуючого світу, проте саме для ймовірнісних моделей властивим є те, що нехтування цією наближеністю призводить до грубих помилок, парадоксів і нівелювання випадковості до рівня детермінованості.*

#### Література

1. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т. 1. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Высоцкий И.Р., Яценко И.В. Преподавание теории вероятностей и статистики в школе // Математика в школе. – №7, 2009. – С. 14-31.
3. Жалдак М.І., Михалін Г.О. Елементи стохастики. Посібник для вчителів. – К.: Шкільний світ, 2006. – 120 с.
4. Жалдак М.І., Михалін Г.О. Елементи стохастики. Збірник задач і вправ. Посібник для вчителів у 2-х частинах. – К.: Шкільний світ, 2008. – частина 1 – 124 с., частина 2 – 64 с.
5. Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. Теорія ймовірностей і математична статистика. Підручник для студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів. – Полтава: «Довкілля-К», 2009. – 500 с.
6. Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. Збірник задач і вправ з теорії ймовірностей і математичної статистики. – Полтава: «Довкілля-К», 2010. – 724 с.

**Рамський Ю. С., Рафальська М.В.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

#### **Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання методів обчислень у педагогічному університеті**

Актуальною проблемою є проблема обґрунтування, розробки та експериментальної перевірки ефективності комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних, інформатичних дисциплін у педагогічному університеті, використання яких надасть можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів і підвищити рівень їхніх природничо-математичних та інформатичних компетентностей [1; 2].

Однією з дисциплін, процес навчання якої відіграє важливу роль у оволодінні студентами математичних та інформатичних спеціальностей педагогічних університетів основними математичними методами (зокрема чисельними) аналізу і моделювання різноманітних економічних, виробничих, технічних процесів та явищ є курс «Методи обчислень».

Питання методичної системи навчання дисципліни «Методи обчислень» та активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі її навчання досліджували Т. В. Белявцева, Л. І. Білоусова, М. В. Каневська, О. Г. Колгатін, І. А. Кузнєцова, Ю. Г. Лотюк, М. Я. Лященко, І. М. Пальчикова, Ю. С. Рамський, О. О. Рябухіна, С. О. Семеріков, Т. А. Степанова, А. А. Сушенцов, Г. М. Федченко та ін.

Широке розповсюдження засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) спричинює необхідність перегляду процесу навчання методів обчислень у педагогічному університеті, уточнення окремих компонентів методичної системи навчання (МСН) цієї дисципліни, створенні комп'ютерно-орієнтованої методичної систем навчання методів обчислень. Цим питанням і присвячена стаття.

У дослідженні [3] розроблено і науково обґрунтовано окремі компоненти (зміст, засоби, методи, форми організації навчання) комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання методів обчислень. Взаємозв'язки між цими компонентами МСН методів обчислень подано на рис. 1.

Значимо, що під традиційними засобами ми розуміємо наочні та технічні засоби навчання, підручники і посібники, дидактичні матеріали; під традиційними формами організації навчання – лекції, практичні заняття, семінари, лабораторні роботи, навчальні дискусії, самостійну роботу студентів, поточні та підсумкові форми контролю [1, 23].

У процесі навчання методів обчислень за розробленою комп'ютерно-орієнтованою МСН пропонується систематичне, педагогічно доцільне та виважене використання засобів ІКТ: засобів загального призначення (зокрема, табличних процесорів), спеціального призначення (зокрема, систем

комп'ютерної математики), зокрема навчального призначення (програмних засобів GRAN1, GRAN-2D). При цьому поділяємо думку академіка М. І. Жалдака [4] про неантагоністичне впровадження засобів ІКТ у існуючу дидактичну систему, їх гармонійне використання разом з традиційними засобами навчання для реалізації цілей навчання.

Студенти, оволодівши навичками та вміннями працювати у середовищі зазначених засобів на молодших курсах, у процесі навчання методів обчислень мають змогу застосувати набутий досвід, ознайомитися із можливостями використання цих засобів для розв'язування задач чисельного аналізу. Зокрема, у процесі навчання методів обчислень студенти можуть використовувати засоби



Рис. 1.

табличних процесорів для виконання обчислень з матрицями, розв'язування оптимізаційних задач, опрацювання експериментальних даних тощо. Програмні засоби GRAN1, GRAN-2D доцільно використовувати при розв'язуванні таких задач чисельного аналізу як: відокремлення коренів нелінійних рівнянь графічним способом; розв'язування задачі лінійного програмування для випадку

цільової функції від двох змінних графічним способом; розв'язування задач опуклого програмування графічним способом; побудова інтерполяційного многочлена для функції, що задана таблично; опрацювання експериментальних даних; побудова емпіричних формул тощо.

Системи комп'ютерної математики (СКМ) – програмні засоби для здійснення чисельних, аналітичних обчислень, побудови графіків. У них реалізовано значну кількість алгоритмів розв'язування різних класів математичних задач, у тому числі наближених. Використання декількох СКМ у процесі навчання методів обчислень (наприклад, Maple [5], Maxima [6], Sage [7] та ін.) дає змогу уникнути помилок у результатах, сформувані у студентів вміння добирати систему відповідно до особливостей задачі, що розв'язується.

Студентів доцільно ознайомити з можливостями використання СКМ для чисельного розв'язування нелінійних рівнянь, систем лінійних рівнянь, лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь, систем диференціальних рівнянь, задач наближення функцій, чисельного диференціювання та інтегрування, розв'язування задач оптимізації, опрацювання експериментальних даних тощо. Разом з тим, наявність зазначених засобів СКМ не звільняє від необхідності опанування студентами методами наближеного розв'язування задач. Не оволодівши прийомами побудови обчислювальних алгоритмів, їх реалізації з використанням комп'ютера, майбутні вчителі математики та інформатики, швидше всього, зіткнуться з труднощами при розв'язанні реальних практичних задач, не зможуть кваліфіковано проводити обчислювальні експерименти, теоретичні та прикладні дослідження.

Вивчення студентами чисельних методів розв'язування математичних задач доцільно організувати на основі аналізу їх комп'ютерних моделей, розроблених у середовищі СКМ, проведення комп'ютерних експериментів (коли на основі одержаних чисельних результатів, їх аналізу і систематизації студенти виявляють закономірності, формулюють відповідні твердження, підтверджують або спростовують висунуті гіпотези). При цьому, в залежності від рівня сформованості інформатичних компетентностей студентів, викладач або пропонує студентам для дослідження готові комп'ютерні моделі реалізації чисельних методів розв'язування математичних задач, або студенти самостійно розробляють і досліджують такі моделі, на основі чого роблять висновки щодо особливостей застосування чисельних методів у різних ситуаціях, їх стійкості, швидкості збіжності тощо.

З метою комп'ютерної підтримки навчання курсу «Методи обчислень» у середовищі СКМ Maple розроблено дидактичні матеріали, що містять теоретичні положення навчальної дисципліни, приклади реалізації методів чисельного аналізу (з використанням як команд СКМ, так і операторів реалізованої у системі мови програмування), графічні ілюстрації методів чисельного розв'язування задач тощо (рис. 2). При цьому студенти можуть обирати рівень опанування навчальним матеріалом.

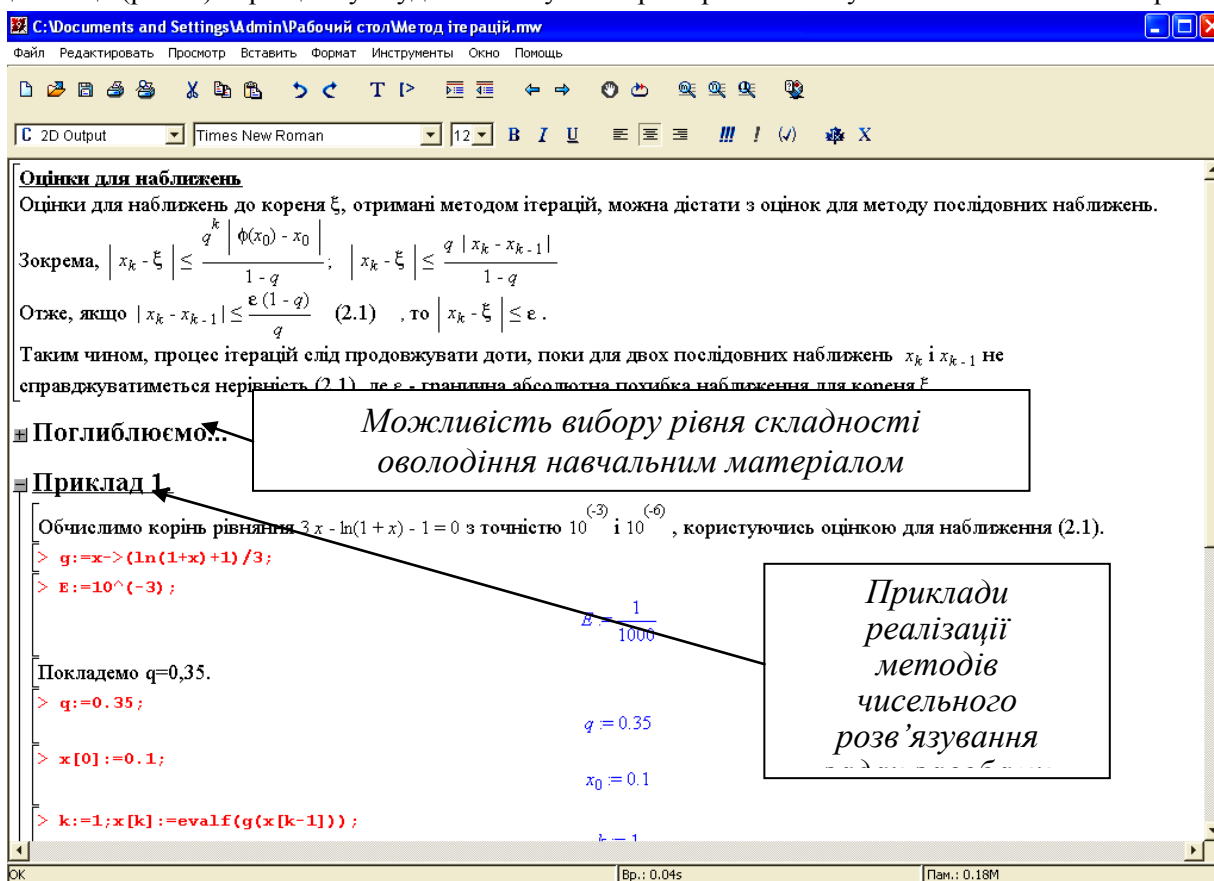


Рис. 2.

Передбачається використання розроблених дидактичних матеріалів на різних етапах навчання методів обчислень: на етапі ознайомлення з новим матеріалом, після прослуховування студентами лекції з метою закріплення матеріалу, при підготовці до лабораторних, контрольних робіт, колоквиуму, екзамену з дисципліни.

Використовуючи розроблені дидактичні матеріали на етапі ознайомлення з новим матеріалом, студенти до лекції знайомляться з основними теоретичними положеннями теми, розглядають та аналізують запропоновані приклади. На лекції студенти ставлять викладачу запитання стосовно того, що їм було незрозуміло з опрацьованого матеріалу. Рівень засвоєння навчального матеріалу на лекції у цьому випадку досить високий, оскільки зменшується негативний вплив поєднання механічної діяльності (конспектування) та розумового сприйняття матеріалу внаслідок збільшення часу первинного сприйняття матеріалу.

Якщо рівень підготовки студентів групи – високий, то можна провести лекцію – прес-конференцію. Перед лекцією студенти опрацьовують навчальний матеріал, використовуючи дидактичні матеріали, на початку лекції впродовж декількох хвилин студенти передають запитання у письмовій формі викладачу. Викладач, переглянувши і відсортуювавши запитання, починає лекцію, розглядаючи лише ті питання, що викликали труднощі у студентів. Це дає змогу інтенсифікувати процес навчання, залучити студентів до активної діяльності щодо оволодіння змістом курсу, процесу здобуття нових знань, ознайомити з новою для студентів формою організації навчальних занять. Наприклад, студенти самостійно розглядають приклади практичних задач у галузі виробництва, економіки, технологій на пошук екстремуму, а на лекції, присвяченій розв'язанню задач оптимізації, задають запитання щодо тих типів задач, розв'язання яких незрозуміле для них, щодо особливостей їх розв'язування за допомогою комп'ютера тощо.

Використання засобів ІКТ у процесі навчання методів обчислень дає змогу шляхом звільнення від рутинної роботи інтенсифікувати процес навчання, включити до змісту навчання задачі практичного змісту, задачі на дослідження, задачі майбутньої професійної діяльності. Крім того, застосування засобів ІКТ суттєво впливає на всі компоненти МСН методів обчислень, відкриває широкі можливості для використання у процесі навчання методів проблемного, продуктивного навчання, методу проєктів, ситуаційного навчання та ін.

Підвищенню ефективності засвоєння студентами основних понять курсу «Методи обчислень», формуванню в них інформатичних компетентностей сприяє створення на лекціях з методів обчислень проблемних ситуацій. Р. А. Нізамов розрізняє такі типи проблемних лекцій [8, 208]:

- лекції проблемного викладу (викладач на лекції порушує проблеми і самостійно їх розв'язує, показуючи тим самим процес пізнання; студенти слідкують за ходом міркувань викладача, тим, які способи діяльності він застосовує для розв'язання проблеми);
- лекції проблемного засвоєння (студенти опановують навчальний матеріал шляхом розв'язування проблем (самостійного або з допомогою викладача), які формулює викладач або самі ж студенти);
- комбіновані проблемні лекції (проблемний виклад поєднується з проблемним засвоєнням).

Прикладом лекції проблемного викладу з методів обчислень може бути лекція на тему «Обумовленість задач. Стійкість алгоритмів» [9]. Викладач на початку лекції наводить приклади погано обумовлених задач, нестійких алгоритмів і пропонує студентам з'ясувати причини накопичення похибки у результаті.

Приклад. У процесі розв'язування системи рівнянь

$$\begin{cases} 13,1x_1 + 2,7x_2 = 13,1, \\ 17,9x_1 + 3,7x_2 = 17,9 \end{cases}$$

у середовищі СКМ Maxima були отримані такі результати:

```
(%i1) M:matrix([13.1, 2.7], [17.9, 3.7]);
```

```
(%o1)  $\begin{bmatrix} 13.1 & 2.7 \\ 17.9 & 3.7 \end{bmatrix}$ 
```

```
(%i2) B1:matrix([13.1, 17.9]);
```

```
(%o2)  $\begin{bmatrix} 13.1 & 17.9 \end{bmatrix}$ 
```

```
(%i3) invert(M).B1;
```

```
(%o3)  $\begin{bmatrix} 1.0 \\ -2.2737367544323206 \cdot 10^{-13} \end{bmatrix}$ 
```

Після цього внесли похибку у стовпчик вільних членів, замінивши в першому рівнянні коефіцієнт 13,1 на 13,11. В результаті розв'язування збуреної системи отримали такий розв'язок:

```
(%i7) B2:matrix([13.11,17.9]);
```

```
(%o7) [ 13.11  17.9 ]
```

```
(%i8) invert(M).B2;
```

```
(%o8) [ 1.264285714285677 ]
      [- 1.278571428571695 ]
```

Відносна похибка розв'язку, при цьому, зросла в порівнянні з відносною похибкою вхідних даних (правої частини) у 4782,86 разів.

Студентам пропонується відповісти на запитання щодо причини виникнення такої ситуації (збільшення похибки розв'язку). Як показує практика, це викликає в них труднощі, тому викладач самостійно аналізує застосований алгоритм розв'язування задачі, досліджує задачу на чутливість до похибок у вхідних даних після чого вводить поняття обумовленості матриці, ознайомлює студентів зі способами дослідження матриць на обумовленість з використанням СКМ.

При розгляді теми «Чисельне інтегрування функцій» [10, 159-192; 11, 187-214] викладач може поставити перед студентам питання щодо: геометричної інтерпретації обчислення наближеного значення інтеграла від неперервної функції  $f(x)$  на відрізку  $[a; b]$  за допомогою квадратурних формул лівих, правих, середніх прямокутників, трапецій, Сімпсона; залежності точності обчислення значення інтеграла на відрізку  $[a; b]$  з використанням квадратурних формул від кількості частин, на які поділяють відрізок інтегрування; порівняння точності квадратурних формул лівих, правих, середніх прямокутників, трапецій, Сімпсона; існування випадків, коли в результаті обчислення інтеграла від неперервної функції  $f(x)$  на відрізку  $[a; b]$  за квадратурними формулами отримують точне значення тощо.

Для відповіді на ці питання, при наявності відповідного апаратного і програмного забезпечення у лекційній аудиторії, викладач може запропонувати студентам скористатися тренажером *Approximate Integration* СКМ Maple (рис. 3). Для цього слід скористатися командою:

*with(Student[Calculus1]): ApproximateIntTutor( );*

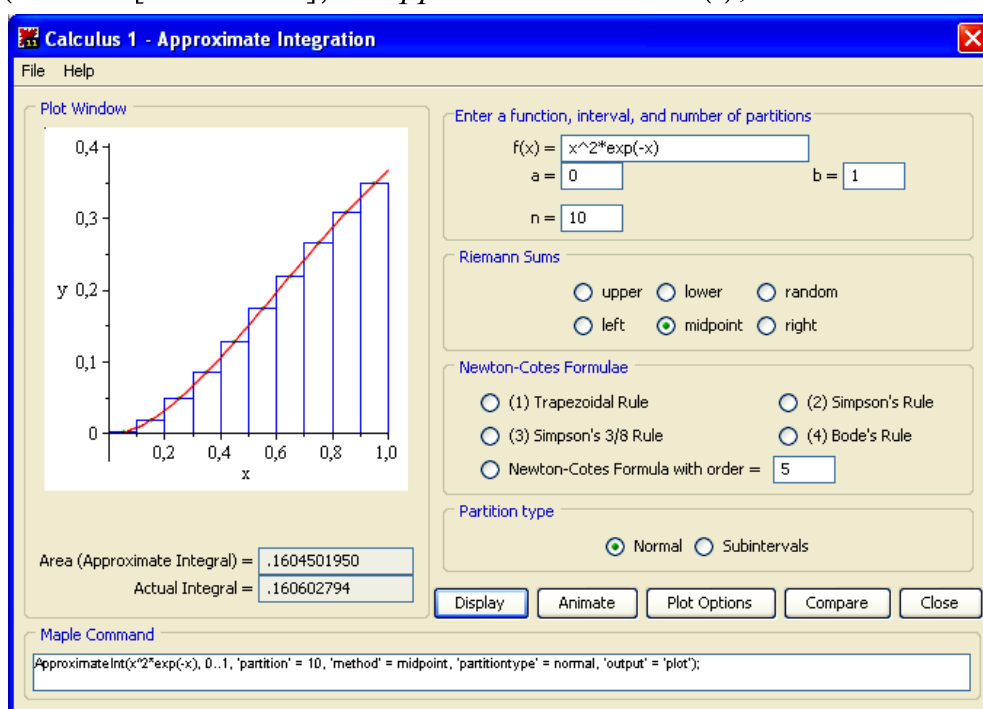


Рис. 3

У вікні тренажера студенти можуть ввести аналітичний вираз функції, проміжок інтегрування, кількість відрізків розбиття цього проміжку, обрати тип квадратурних формул. При зверненні до послуги *Display* у полі *Approximate Integral* буде виведено значення інтеграла, обчислене за квадратурними формулами, а у полі *Plot Window* – відповідна графічна ілюстрація. Одержане значення інтеграла можна порівняти зі значення інтеграла, обчисленим з точністю  $10^{-9}$  (що виводиться у полі *Actual Integral*). На рис. 3 подана графічна ілюстрація обчислення наближеного значення інтеграла від функції  $y = x^2 e^{-x}$  на  $[0; 1]$  за формулами середніх прямокутників.

При зверненні до послуги *Animate*, процес поділу проміжку інтегрування на частини ( $n=10, 20, 40, 80, 160, 320$ ) і побудова відповідної геометричної ілюстрації буде здійснюватися автоматично.

Використання тренажера СКМ Maple надає студентам можливість проаналізувати обчислення наближеного значення інтеграла при різних початкових даних (різних функціях, значеннях меж інтегрування, кількості проміжків розбиття відрізка інтегрування, типу квадратурних формул), узагальнити одержані чисельні результати, і, таким чином, відповісти на поставлені запитання. Лекція у цьому випадку стає лекцією проблемного засвоєння.

Використання засобів ІКТ на лекціях з методів обчислень для унаочнення абстрактних понять сприяє підвищенню рівня їх засвоєння студентами, активізує навчально-пізнавальну діяльність студентів. Крім того, викладач, застосовуючи на лекціях з методів обчислень засоби ІКТ, знайомить майбутніх вчителів інформатики із послугами програм загального та спеціального призначення (зокрема, навчального) для розв'язування задач чисельного аналізу, окреслює шляхи використання цих засобів у навчальному процесі, що сприяє формуванню інформатичних компетентностей студентів.

Розроблені дидактичні матеріали, протоколи лабораторних, професійно орієнтовані завдання, контрольні запитання розміщено у електронному навчальному курсі (ЕНК) «Методи обчислень» ([www.moodle.ii.npu.edu.ua](http://www.moodle.ii.npu.edu.ua)), що створено на основі системи управління навчальними ресурсами Moodle (рис. 4). Студенти використовують розроблений ЕНК у аудиторний та позааудиторний час, під час самостійної роботи, завантажуючи навчальні ресурси та методичні рекомендації щодо їх опанування, наповнюючи глосарії курсу тлумаченнями основних понять, проходячи тестування за змістом навчальних модулів та всього курсу. До ЕНК також включено робочу програму, дидактичну картку навчальної дисципліни; календарний план; шкалу оцінювання навчальних досягнень студентів; список рекомендованої літератури та Інтернет-ресурсів; словник основних термінів з навчальної дисципліни; перелік тем навчальних та дослідницьких проєктів. Все це надає студентам можливість організувати свою роботу щодо оволодіння змістом курсу на обраному ними рівні складності, у тому числі з використанням засобів ІКТ, побудувати індивідуальні освітні маршрути.

Використання у процесі навчання методів обчислень ЕНК сприяє формуванню самостійності студентів, здатностей до самонавчання і саморозвитку, набуттю досвіду використання систем електронного навчання у власній навчально-пізнавальній діяльності, а також ознайомленню із методами та способами застосування цих систем у навчальному процесі.

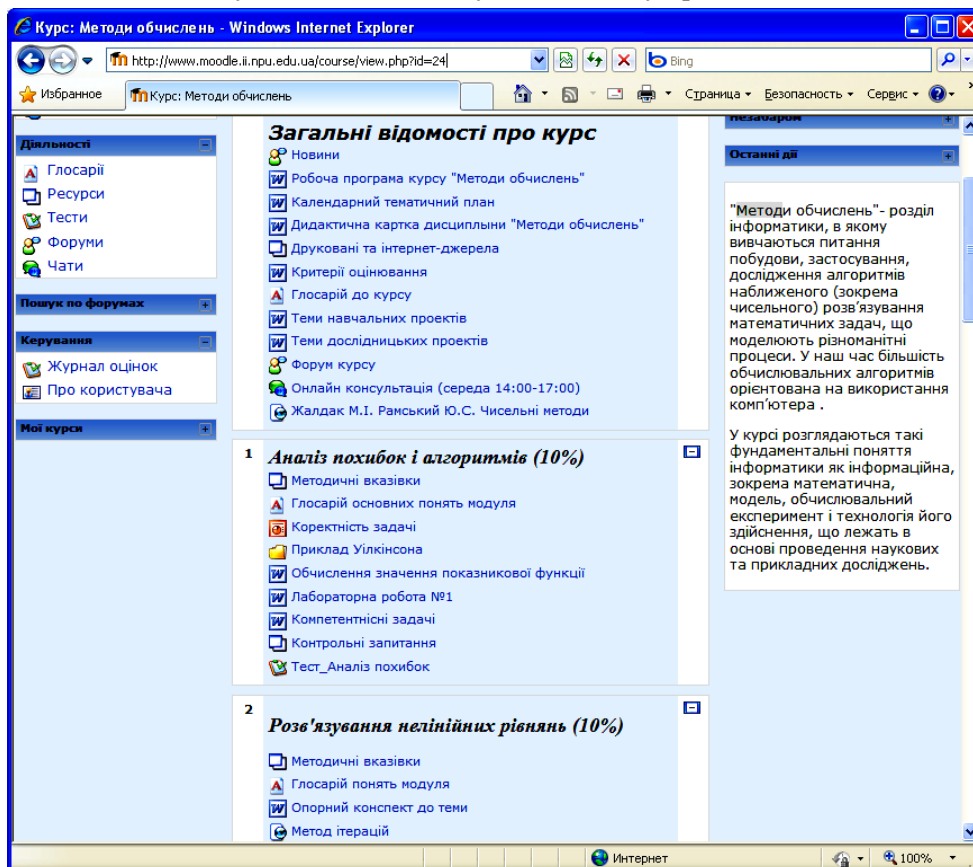


Рис. 4.

Таким чином, процес навчання методів обчислень сьогодні доцільно здійснювати шляхом систематичного, педагогічно доцільного та виваженого використання засобів ІКТ, зокрема СКМ,

систем електронного навчання, створенні на їх основі інформаційно-освітнього середовища. Це, в свою чергу, суттєво впливає на зміст, методи, організаційні форми навчання методів обчислень, обумовлює створення та впровадження комп'ютерно-орієнтованої МСН методів обчислень у навчальний процес педагогічного університету.

### Література

1. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи / Ю. В. Триус // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редада. – К. : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 9 (16). – С. 16-29.
2. Жалдак М. І. Модель системи соціально-професійних компетентностей майбутніх вчителя інформатики / М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський, М. В. Рафальська // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць / Редада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – №7 (14). – С. 3-10.
3. Рафальська М.В. Формування інформатичних компетентностей майбутніх вчителів інформатики у процесі навчання методів обчислень: дис. ... канд. пед. наук. : 13.00.02 / Марина Володимирівна Рафальська. – Київ, 2010. – 280 с.
4. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики / М. І. Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2003. – Випуск 7. – С. 3-16.
5. Дьяконов В. П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании / В. П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 720 с.
6. Семеріков С. О. Maxima 5.13 : довідник користувача / С. О. Семеріков ; за ред. академіка АПН України М. І. Жалдака. – К. : 2007. – 48 с.
7. Шокалюк С. В. Основи роботи в Sage / Шокалюк С. В. ; за ред. академіка АПН України М. І. Жалдака. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – 64 с.
8. Низамов Р. А. Дидактические основы активизации учебной деятельности студентов / Р. А. Низамов. – Казань : КГУ, 1975. – 302 с.
9. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень у педагогічному вузі / Ю. С. Рамський // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць. Випуск 2. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 1999. – С. 25-47.
10. Жалдак М. І. Чисельні методи математики : Посібник для самоосвіти вчителів / М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський – К. : Радянська школа, 1984. – 206 с.
11. Лященко М. Я. Чисельні методи : підручник / М. Я. Лященко, М. С. Головань. – К.: Либідь, 1996. – 288 с.

**Кузьміна Н.М., Струтинська О.В.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

### Автоматизоване робоче місце майбутнього вчителя економіки

Якість підготовки студентів, майбутніх учителів економіки, у значній мірі визначається їх здатністю розуміти і аналізувати процеси управління в економіці, мислити категоріями сучасної економічної й технологічної науки і освіти, застосовувати на практиці досягнення науково-технічного прогресу, бачити перспективи економічних, технічних, технологічних та освітніх нововведень. Вміння ефективно використовувати знання з інформаційних систем і технологій в економіці, а також володіння сучасною методикою їх навчання дає змогу підвищити якість навчального процесу і продуктивність праці викладача. В основі формування таких якостей фахівця важливе місце займає створення, вивчення і ефективне використання автоматизованого робочого місця (АРМ) майбутнього вчителя економіки, що забезпечить ефективне навчання теоретичних основ і практичних навичок застосування спеціалізованих автоматизованих інформаційних систем у різних економічних галузях, дасть навички для застосування методів і засобів прийняття управлінських рішень на підставі даних, отриманих за допомогою таких систем.

За загальноприйнятим визначенням **АРМ** – це програмно-технічний комплекс, призначений для автоматизації професійної діяльності працівника (користувача) з орієнтацією на виконання чітко визначеного класу завдань, що відповідають функціональному напрямку його професійної діяльності [1]. Метою створення і використання АРМ є підвищення ефективності виконання працівником його функціональних обов'язків. Головною складовою АРМ є програмне забезпечення, орієнтоване на розв'язування специфічних для певної галузі завдань. В інформаційній структурі сучасних підприємств роль АРМ важко переоцінити. На великих підприємствах чи корпораціях (територіально

розподілені структури) АРМ є елементом інтегрованих автоматизованих інформаційних систем, за допомогою яких підтримуються всі управлінські і бізнес-процеси.

Автоматизовані робочі місця класифікуються за такими ознаками: типом користувача, типом завдань, формою організації роботи користувачів, функціональною спрямованістю тощо. Окремо можна класифікувати АРМ на підприємствах: *АРМ управлінського персоналу*, за допомогою яких здійснюються прийняття рішень і які призначені для керівників усіх рівнів; *Арм фахівців структурних підрозділів* (відділи кадрів, бухгалтерії тощо), за допомогою яких розв'язують функціональні завдання фахівці конкретного напрямку діяльності; *АРМ оперативного управління*, призначені для збирання первинних даних безпосередньо на робочих місцях контролерів, диспетчерів та ін.; *АРМ технічних працівників* орієнтовані на ведення діловодства і призначені для секретарів, референтів, офіс-менеджерів та ін.; *АРМ дослідника*, призначені для працівників, діяльність яких пов'язана зі створенням нових промислових та наукових розробок, виробів, проектуванням і створенням нових технологій тощо [2].

*АРМ у широкому розумінні* – це комплекс технічних, програмних засобів, а також сучасних інформаційних систем і інформаційно-комунікаційних технологій, застосування яких створює сприятливі умови для виконання функціональних обов'язків працівника. З іншого боку АРМ – це засіб реалізації інформаційно-комунікаційних технологій в різних галузях. Наразі в організаційному управлінні економічними процесами згідно наведених вище класифікацій існують АРМ економіста, АРМ менеджера, АРМ бухгалтера, АРМ нормувальника, АРМ банківського робітника тощо. Зокрема, дисципліну «АРМ менеджера» включено до навчальних планів і програм більшості вищих навчальних закладів або їх підрозділів економічного спрямування [3,4].

Узагальнимо поняття АРМ для студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів – майбутніх учителів економіки. При цьому врахуємо специфіку педагогічного закладу, де особливо важливим є вирішення питання якісної професійної підготовки студентів, які повинні володіти не тільки сучасними інформаційними системами, інформаційно-комунікаційними технологіями, їх застосуваннями в економіці, а й методикою їх навчання та використання, оскільки майбутні вчителі економіки та інформатики будуть безпосередньо навчати майбутніх фахівців-економістів, підприємців, менеджерів та ін.

Крім визначених вище компонентів такі АРМ повинні містити електронні навчально-методичні матеріали (тематичний план, комплекс лекційних матеріалів та лабораторних завдань, засоби контролю та самоконтролю у вигляді тестів, контрольних запитань та ін., довідкові матеріали тощо).

Отже, *АРМ майбутнього вчителя економіки* – це навчальний програмно-технічний комплекс, призначений для комп'ютерної підтримки навчання відповідних дисциплін економічного, інформатичного, математичного та ін. спрямування, зазначених у паспорті даної спеціальності або спеціалізації. Наприклад, для дисципліни «Інформаційні системи і технології в економіці» метою створення АРМ майбутнього вчителя економіки є формування у студентів економічних спеціальностей педагогічних університетів теоретичних знань і практичних навичок із застосування сучасних інформаційних систем і технологій у різних сферах економічної діяльності. При цьому враховується, що вивчення цього курсу закладає не тільки основи для підготовки кваліфікованих учителів економіки, фахівців-управлінців, а й основи методики навчання економіки з використанням сучасних інформаційних систем і технологій.

Визначимо забезпечувальні та функціональні підсистеми АРМ майбутнього вчителя економіки. *Забезпечувальні підсистеми* відповідають видам ресурсів, що необхідні для функціонування АРМ. Вони включають відповідно:

- *технічне забезпечення*, що об'єднує комплекс технічних засобів (комп'ютер, модем, засоби мережевого зв'язку з сервером/серверами, з глобальною мережею Internet, мультимедійні засоби навчання тощо);

- *програмне забезпечення* – сукупність системних і прикладних програмних засобів як загального, так і спеціального призначення, програмної документації, що використовуються для комп'ютерної підтримки навчання відповідних дисциплін, розв'язування задач економічного спрямування, а також функціонування, налаштування та контролю придатності АРМ до використання (операційна система, сервісне програмне забезпечення, програмне середовище для електронних навчальних курсів, наприклад, дистанційного навчання, тощо). Так, при навчанні дисципліни «Інформаційні системи і технології в економіці» студенти вивчають і працюють з програмними засобами загального призначення, такими як *MS Excel* та спеціального призначення засобами для ведення електронної комерції в мережі Internet *Alltrades*, *1С:Аркадія* та ін., системою управління кадрами *PersonPro*, системою фінансового моделювання діяльності підприємства і бізнес-планування *Project Expert*, системою управління підприємством *1С:Підприємство*, корпоративною інформаційною системою *Галактика* та ін. для розв'язування широкого кола прикладних



економічних задач, автоматизації підготовки управлінських рішень, обліку, фінансового аналізу тощо;

- *навчально-методичне забезпечення* – комплекс електронних матеріалів (лекційні матеріали та лабораторні, тестові завдання, засоби контролю та самоконтролю, довідкові матеріали тощо);

- *ергономічне забезпечення* – сукупність засобів, методів і вимог, спрямованих на створення найсприятливіших умов роботи студентів з АРМ.

Склад функціональних підсистем АРМ майбутнього вчителя економіки залежить від прийнятої навчальної програми відповідної дисципліни і моделі організації навчального процесу.

*Функціональна підсистема АРМ* – це відносно самостійна частина АРМ, що виділена за певною ознакою і відповідає конкретним функціям і задачам навчального процесу. Так, згідно з навчальною програмою дисципліни «Інформаційні системи і технології в економіці» виділимо такі функціональні підсистеми:

- для розв'язування задач фінансового аналізу і оптимізації;
- для ведення електронної комерції;
- для автоматизації управління персоналом;
- для автоматизації управління підприємством;
- для автоматизації бухгалтерського обліку;
- для фінансового моделювання діяльності підприємства і бізнес-планування тощо.

У роботі [5] детально описано призначення і методику використання навчально-інформаційного середовища (НІС) для комп'ютерної підтримки навчання майбутніх вчителів економіки курсу «Інформаційні системи і технології в економіці», що включає в себе ДК «ІСІТ в економіці» у СДН Moodle з відповідним наповненням і ППЗ «Фінансовий аналіз і оптимізація». Враховуючи наведене вище, ДК «ІСІТ в економіці» є складовою навчально-методичного забезпечення курсу «Інформаційні системи і технології в економіці» в АРМ майбутнього вчителя економіки, а ППЗ «Фінансовий аналіз і оптимізація» – функціональною підсистемою відповідного АРМ для розв'язування задач фінансового аналізу і оптимізації.

Узагальнюючи наведені вище положення, під *АРМ майбутнього вчителя економіки для навчання дисципліни «Інформаційні системи і технології в економіці»* будемо розуміти:

- *технічне забезпечення*, що об'єднує комплекс технічних засобів (комп'ютер, модем, засоби мережевого зв'язку з сервером Інституту інформатики, з глобальною мережею Internet, мультимедійні засоби навчання тощо);

- *ДК «ІСІТ в економіці»* з відповідним наповненням;
- *ППЗ «Фінансовий аналіз і оптимізація»*;

- *спеціалізовані ІС* для розв'язування певних економічних задач, таких як ведення електронної комерції, управління персоналом, управління підприємством, фінансового моделювання та бізнес-планування, інсталяційні файли яких знаходяться на сервері Інституту інформатики.

Розглянемо методику реалізації АРМ майбутнього вчителя економіки у галузі фінансового моделювання та бізнес-планування за допомогою програмного засобу *Project Expert*.

Технології інформаційно-аналітичних систем і систем підтримки прийняття рішень призначені для аналізу результатів певного виду діяльності (зокрема, економічної, фінансової) і формування та прийняття відповідних обґрунтованих рішень. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) (англійська назва DSS – Decision Systems) використовуються для надання допомоги в прийнятті складних рішень. Технології цих систем базуються на використанні складних математичних моделей [6]. На даний час таких систем у світі розроблено сотні типів, наприклад, у США ринок програмного забезпечення СППР сягає мільярдів доларів. Вони використовуються в економіці, бізнесі, державному управлінні та ін. Наприклад, СППР Visual IFPS/Plus має вартість понад 15 000 доларів і призначена для управління фінансами корпорацій, управління виробництвом, використовується в статистиці.

У країнах колишнього СРСР вивчення, використання існуючих і створення нових СППР почало розвиватись не так давно. На даний час на ринку України пропонуються російські розробки СППР для маркетингових досліджень – *Marketing Expert*, для фінансового моделювання та бізнес-планування – *Project Expert*.

Результатом вивчення теми «Фінансове моделювання та бізнес-планування за допомогою програмного засобу *Project Expert*» повинні бути знання про:

- можливості використання програмного засобу фінансового моделювання та бізнес-планування *Project Expert*;
- принципи створення імітаційної моделі фінансової діяльності підприємства та її аналіз за допомогою програмного засобу *Project Expert*.

Програмний засіб *Project Expert* розроблено російською фірмою "Проінвест Консалтинг" [7,8]. За його допомогою створюють і оцінюють:

- комп'ютерні імітаційні моделі фінансово-економічної діяльності підприємства;
- імітаційні моделі конкретного інвестиційного проекту;
- економічні показники і показники ефективності інвестицій.

Для цього користувачі вибирають численні параметри зовнішнього середовища і параметри діяльності підприємства. Регулюючи встановлені параметри імітаційної моделі, спостерігають наслідки, до яких призводять прийняті рішення або зміни зовнішніх параметрів.

З формальної точки зору господарчу діяльність будь-якого підприємства можна розглядати як неперервний ланцюг перетворень активів із однієї форми в іншу. Ці перетворення завжди проходять через кошти (гроші). Таким чином, рух коштів відображає все, що здійснюється в економіці.

Очевидно, що метою будь-якої господарської діяльності підприємства є також кошти: витрати деякої суми передбачають отримання доходу, що буде перевищувати ці витрати. Це справедливо як для простої угоди щодо купівлі-продажу деякої продукції підприємства, так і для будь-якої діяльності великих підприємств або корпорацій. У зв'язку з цим підприємство можна розглядати як генератор грошових потоків. Аналіз ефективності діяльності підприємства у програмному засобі *Project Expert* проводиться за допомогою методів фінансового менеджменту.

На практиці при створенні нових або розвитку вже існуючих підприємств фінансовому менеджеру важливо не тільки самому переконатися в ефективності розробленого ним плану, а й переконати інвестора, кошти якого він припускає залучити для розширення діяльності компанії або до розвитку нового бізнесу. Як правило, доводиться звертатись до різних інвесторів.

Для того, щоб інвестори і автори проектів простіше знаходили спільну мову, розроблено загальноприйнятий стандартний документ, що називається *бізнес-планом*. Він є фундаментом будь-якої угоди.

Міжнародні фінансові організації опираються у своїй практиці на стандарт, розроблений спеціалістами UNIDO (United Nations Development Organization) – авторитетною організацією, що створена ООН. UNIDO займається розробкою стратегії економічного розвитку країн із перехідною економікою. Одним із результатів її діяльності є створення стандартів підготовки інвестиційних рішень.

Найважливішим результатом використання *Project Expert* для розробки інвестиційного проекту є створення за його допомогою бізнес-плану, що задовольняє стандарту UNIDO.

Результати імітаційного моделювання за допомогою *Project Expert* дозволяють також підготувати фінансові звіти для визначення фінансового стану підприємства (фірми) у відповідності з прийнятими у світовій практиці стандартами бухгалтерської звітності. Це особливо важливо для проектів, де використовуються іноземні інвестиції.

Крім того, у програмному засобі *Project Expert* передбачено можливість використання будь-яких валют, зокрема гривні, а також створення бізнес-планів та інших фінансових звітів багатьма європейськими мовами, зокрема українською, що дає можливість використовувати цей засіб у нашій державі в теорії і практиці розробки і створення реальних інвестиційних проектів.

Побудувавши за допомогою *Project Expert* імітаційну модель фінансово-економічної діяльності підприємства, користувачі розв'язують такі задачі:

- розробка детального бізнес-плану і визначення потреб у грошових коштах на перспективу;
- визначення схем фінансування підприємства;
- розробка плану розвитку підприємства і реалізації інвестиційного проекту;
- "програвання" різних сценаріїв розвитку підприємства;
- формування стандартних фінансових документів, розрахунок важливих фінансових показників;
- проведення аналізу ефективності діяльності підприємства;
- підготовка досконало оформленого бізнес-плану інвестиційного проекту, що повністю відповідає міжнародним вимогам на кількох європейських мовах.

Наведемо типову послідовність робіт із створення імітаційної моделі фінансової діяльності підприємства та її аналіз за допомогою програмного засобу *Project Expert* у вигляді таких основних етапів:

- побудова моделі;
- визначення потреб у фінансуванні;
- розробка стратегії фінансування;
- аналіз фінансових результатів;

- формування і друк звітів;
- введення і аналіз даних про потужний стан проекту у процесі його реалізації.

*Етап побудови моделі є найбільш трудомістким і потребує значної підготовчої роботи щодо визначення та аналізу вихідних даних:*

- початок і тривалість проекту;
- перелік продуктів і/або послуг, виробництво і збут яких здійснюється у рамках проекту;
- дві валюти для платіжних операцій, їх обмінний курс і прогноз "його поведінки";
- перелік і ставки основних податків;
- стан балансу (для уже існуючого підприємства), що включає структуру і склад активів, зобов'язань і капіталу підприємства на дату початку проекту;
- опис плану розвитку підприємства, що містить інвестиційний план, у першу чергу календарний план робіт з визначеними витратами і ресурсами та операційний план з визначеною стратегією збуту продукції чи послуг, плану виробництва, чисельності персоналу, виробничих витрат тощо.

На *етапі визначення потреб у фінансуванні* слід провести попередній розрахунок проекту, визначити його ефективність без урахування вартості капіталу (для уже існуючих підприємств), а також об'єм грошових коштів, необхідний і достатній для покриття дефіциту капіталу у кожний розрахунковий період часу.

На *етапі розробки стратегії фінансування* формується план фінансування на основі встановлених на попередньому етапі потреб. При цьому використовують акціонерний капітал, позикові грошові засоби або оформлюють лізингові угоди. За допомогою *Project Expert* моделюють також об'єми і періодичності дивідендів, що сплачуються, стратегії використання вільних коштів (розміщення їх у вигляді депозитів у комерційних банках, купівля акцій сторонніх підприємств тощо).

*Етап аналізу фінансових результатів*, тобто ефективності проекту, містить генерацію стандартних звітів бухгалтерських документів: звіт стосовно прибутків і витрат, бухгалтерський баланс, звіт про рух грошових коштів, звіт про використання прибутку тощо. На основі цих звітів здійснюють розрахунок основних економічних показників ефективності інвестицій. Звичайно розробляють кілька варіантів проектів у відповідності з різними сценаріями їх реалізації. За базовий приймають найвірогідніший сценарій проекту. На основі базового варіанту проекту проводять аналіз чутливості його економічних показників до змін вхідних параметрів, визначають критичні значення найважливіших факторів, що впливають на фінансовий результат проекту.

*Етап формування і друкування звіту* здійснюють за допомогою спеціального генератора звітів, за допомогою якого забезпечується компоновка і редагування звіту відповідно до потреб користувача. У звіт включають як стандартні, так і створені користувачем графіки, таблиці, а також текстові коментарі.

На *етапі введення і аналізу даних про поточний стан проекту* у процесі його реалізації здійснюють контроль за ходом реалізації проекту, формують звіт про невідповідність планових і фактичних даних, що ефективно використовується в управлінні проектом.

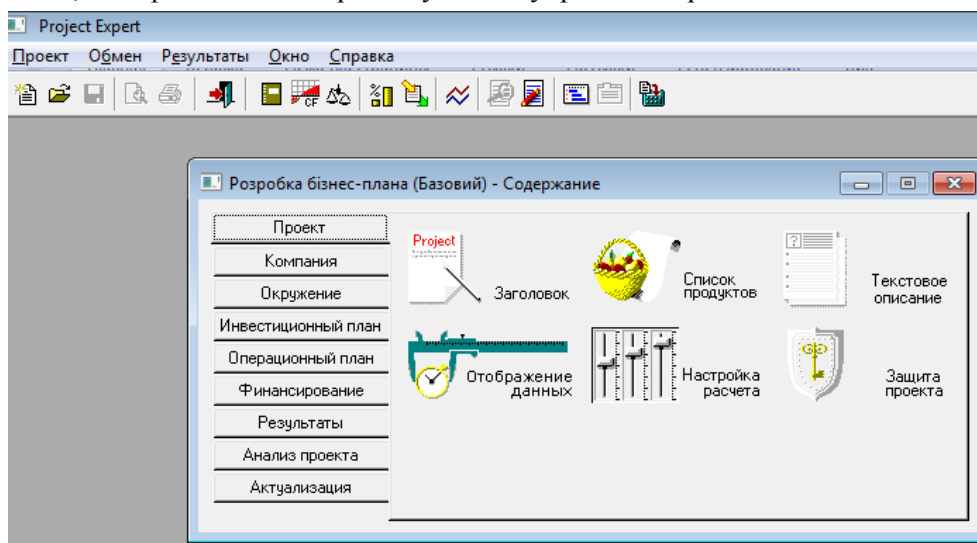


Рис. 1

Після запуску *Project Expert* у відповідному вікні подаються стартові елементи головного меню: *Проект* і *Справка* та відповідні панелі інструментів, за допомогою яких можна відкрити

існуючий проект, почати створювати новий проект або завершити роботу, а також отримати необхідні довідки.

Після відкриття файлу проекту або створення нового проекту у відповідному вікні містяться всі елементи головного меню і відповідні панелі інструментів (рис. 1).

Зміст основних вказівок таких пунктів головного меню, як *Проект*, *Окно*, *Справка* та кнопок панелей інструментів відповідає змісту звичайних команд для роботи з файлами, вікнами та довідками у будь-яких *Windows*-програмах. За допомогою вказівок пункту меню *Обмен* здійснюють імпорт і експорт даних, створення і використання бібліотек вхідних даних, обмін даними з програмними засобами *Marketing Expert*, *Audit Expert*. За допомогою вказівок меню *Результати* здійснюють перегляд результатів розрахунків і запуск процедури перерахунку проекту з урахуванням внесених змін.

У вікні *Содержание* (рис. 1) представлено 9 розділів, що, в свою чергу, складаються з певних програмних модулів, за допомогою яких і здійснюють роботу з програмним засобом *Project Expert*. У таблиці 1 наведемо основні призначення кожного розділу програми.

Таблиця 1

Розділ	Призначення
<i>Проект</i>	Загальні дані про проект і налаштування параметрів розрахунків та відображення даних
<i>Компания</i>	Дані, про фінансово-економічний стан підприємства на початок проекту (активи, пасиви компанії, система обліку тощо). Цей розділ використовується, якщо проект реалізується на основі діючого підприємства
<i>Окружение</i>	Дані про фінансово-економічне середовище, в якому планується реалізація проекту (валюти, інфляція, податки, облікові ставки тощо)
<i>Инвестицион. план</i>	Засоби для формування календарного плану робіт і опис необхідних ресурсів
<i>Операционный план</i>	Формування плану основної діяльності, передбаченої в проекті. Введення вихідних даних про збут виробленої продукції та про витрати виробничої діяльності підприємства
<i>Финансирование</i>	Формування схеми фінансування проекту (акціонерний капітал, позики, кредити, розподіл прибутку тощо)
<i>Результаты</i>	Наводяться результати моделювання діяльності підприємства у фінансових звітах, таблицях та графіках. Ці матеріали разом з пояснювальним текстом включаються у бізнес-план
<i>Анализ проекта</i>	Містить фінансові показники та інші інструменти, для визначення ефективності або неефективності розробленого проекту
<i>Актуализация</i>	Містить засоби контролю за ходом виконання проекту

Призначення відповідних програмних модулів розглянемо на прикладі побудови конкретного бізнес-проекту моделювання фінансово-економічної діяльності консалтингової фірми.

*Приклад.* Консалтингова фірма при НПУ ім. М.П. Драгоманова отримала замовлення на розробку бізнес-плану, що сплачується замовником після його подання у розмірі 125 000 грн. Термін виконання робіт з 01.05.2010 р. по 31.07.2010 р. Для виконання робіт фірма залучає одного фахівця з фінансового аналізу з щомісячною оплатою 10 000 грн., одного помічника з щомісячною оплатою 3 000 грн., а також послуги фірми АВВУУ, що будуть оплачуватись на протязі всього проекту у розмірі 12 000 грн. щомісяця.

Необхідно:

– розробити імітаційну модель фінансово-економічної діяльності консалтингової фірми при реалізації проекту;

– обрати схему фінансування;

– оцінити показники економічної ефективності проекту.

*Розв'язування.* Оберемо метод навчання роботи з програмним засобом *Project Expert Крок-за-Кроком*, який буде полягати в наступному. Для кращого розуміння студентами впливу різних економічних факторів на показники ефективності інвестицій у проект розглянемо поетапне розв'язування даної задачі, починаючи з найпростішого базового варіанту, в якому не будемо брати до уваги ставки дисконтування, курсової інфляції, податки та інші фактори. А далі розглянемо уточнюючі варіанти проекту з урахуванням цих та інших показників.

*1. Базовий проект (без урахування дисконтування, курсової інфляції, податків, вартості кредитів)*

Після завантаження програмного засобу *Project Expert* для створення нового проекту звернемо до послуги *Проект* → *Новий* або натиснемо відповідну кнопку на панелі інструментів. У вікні *Новий Проект* вкажемо назву проекту, дату його початку й тривалість, а також назву файлу, де буде зберігатися проект (рис. 2).

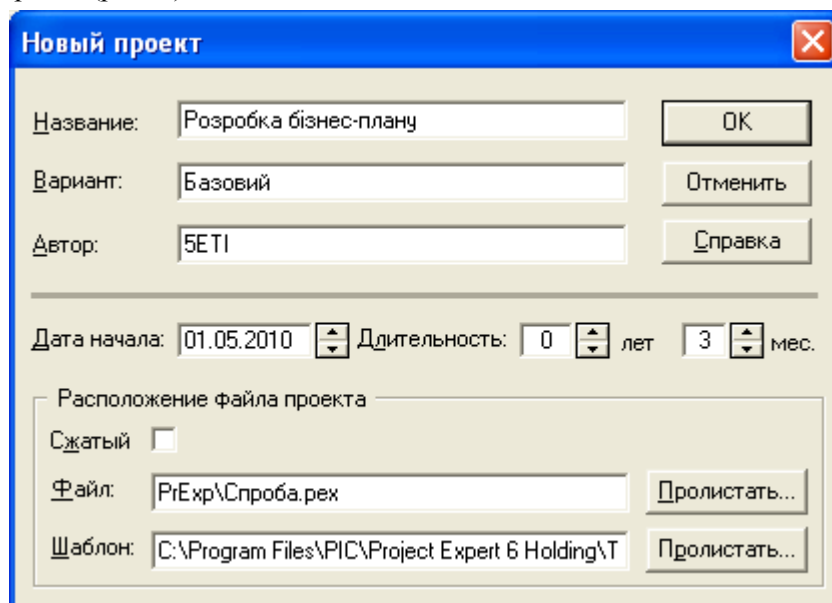


Рис. 2

У вікні *Содержание* (рис. 1) у розділі *Проект* виберемо модуль *Заголовок* і отримаємо у відповідному вікні дані, що були введені на попередньому кроці.

Далі необхідно сформувати список продуктів. В розглядуваному випадку це – бізнес-план, для створення якого розробляється проект. Для цього у розділі *Проект* виберемо модуль *Список продуктов* і заповнимо опції відповідного вікна.

У модулі *Отображение данных* на вкладці *Масштаб* встановимо прапорець перед полем *Показывать данные по месяцам* і введемо 2010 рік. За допомогою даного модуля визначають масштаб відображення даних проекту і налагоджують параметри відображення підсумкових таблиць для розділу *Результаты*.

Модуль *Текстовое описание* цього розділу (а також аналогічні модулі інших розділів) призначено для формування текстової частини проекту. При підготовці текстового опису проекту зручно користуватись схемами, де передбачено розгорнуті відповіді на поставлені запитання. Сформована так текстова частина проекту відповідає вимогам створення стандартних бізнес-планів і її в подальшому включають до звіту стосовно проекту.

Розділ *Компания* у даному проекті не буде використовуватися, оскільки для реалізації проекту створюється нове підприємство, що має "нульовий" стартовий баланс. Активи такого підприємства описуються у розділі *Инвестиционный план*.

Тому перейдемо до розділу *Окружение*, в якому виберемо модуль *Валюта*. У відповідному вікні в якості основної валюти виберемо гривню, а в якості другої валюти проекту – долар США. Введемо також обмінний курс на початок проекту: 1\$ US = 8,00 грн.

Для даного варіанту проекту розглянемо гіпотетичну ситуацію роботи фірми без сплати податків. Для цього у модулі *Налоги* даного розділу встановимо для всіх наведених там податків нульові ставки.

Далі перейдемо до найважливішої частини розробки проекту – створення календарного плану, що являє собою впорядкований набір етапів робіт, кожний з яких характеризується назвою, термінами виконання, вартістю тощо.

Для цього у розділі *Инвестиционный план* скористаємось відповідним модулем *Календарный план*. Його призначено:

- для створення і вилучення етапів робіт, а також встановлення зв'язків між ними;
- побудови діаграми Гантта, що є графічним відображенням часових характеристик етапів робіт та їх вартостей;
- опису ресурсів проекту і схеми їх використання тощо.

Нехай для розглядуваного проекту календарний план включає три послідовних етапи (рис. 3), кожен з яких розраховано на 1 місяць і має вартість 25 000грн. (витрати на оплату праці). Скориставшись командою *Добавить этап*, отримаємо календарний план і відповідну йому діаграму Гантта (рис. 3).

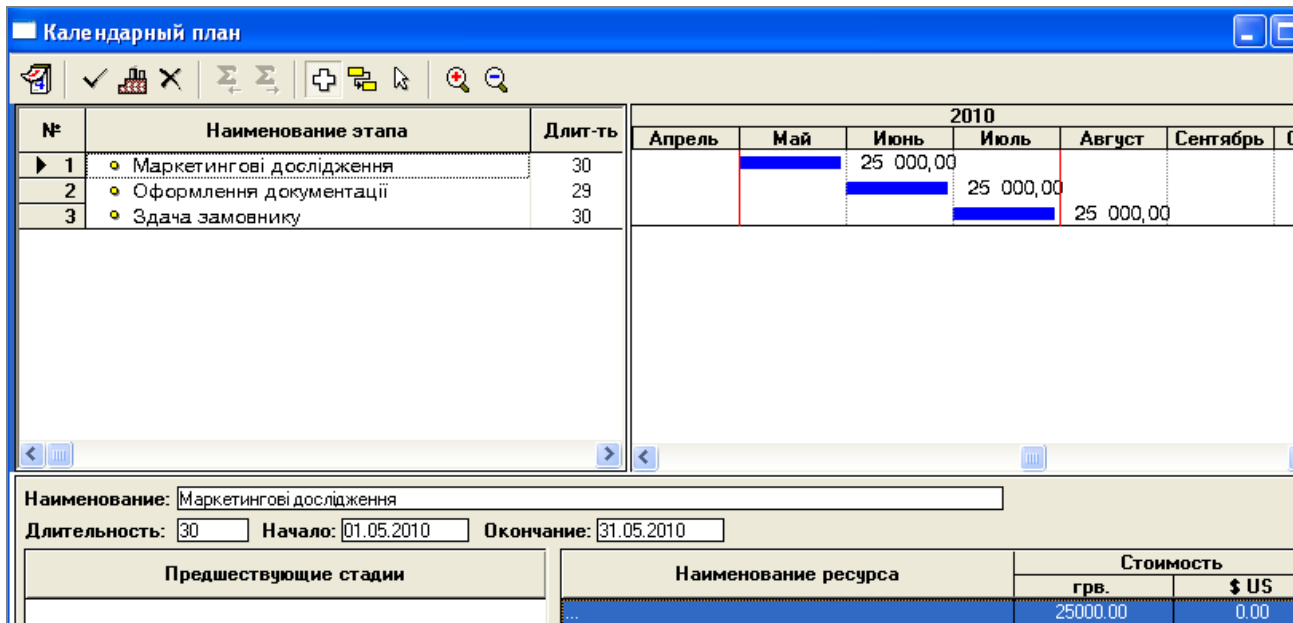


Рис.3

Зауважимо, що в загальному випадку список етапів може мати ієрархічну структуру. Підпорядкованість відповідних етапів отримують за допомогою відповідних піктограм вікна *Календарный план*.

Нарешті, завершальний етап у створенні імітаційної моделі проекту полягає у формуванні плану збуту. Для цього скористаємось відповідним модулем розділу *Операционный план*, за допомогою якого введемо необхідні дані про продаж одного екземпляру продукту (бізнес-плану) і про його ціну – 125000,00 грн.

Відмітимо, що план продажу формують або безпосереднім введенням даних у таблицю, або за допомогою функції *Быстрый ввод*. Обираючи другий спосіб, вводимо параметри життєвого циклу продукту: тривалості періоду росту об'ємів продажу, періоду стабільного планового об'єму продажу і періоду спаду об'єму продажу.

Після завершення створення даної імітаційної моделі зробимо розрахунок проекту. Для цього скористаємось вказівкою *Пересчет* головного меню *Результаты* або відповідною піктограмою *Расчет* на панелі інструментів.

Для оцінки економічної ефективності такого проекту розглянемо отримані показники ефективності інвестицій (рис. 4). Це зробимо за допомогою відповідного модуля у розділі *Анализ проекта*.

Коротко охарактеризуємо найважливіші показники ефективності інвестицій:

- чистий приведений прибуток (NPV – Net Present Value) з урахуванням дисконтування;
- індекс прибутковості (PI – Profitability index) – відносна величина доходності проекту (повинен бути більшим за одиницю);
- середня норма рентабельності (ARR – Average Rate of Return) – відношення між середньорічними надходженнями від реалізації проекту та величиною початкових інвестицій;
- внутрішня норма рентабельності (IRR – Internal Rate of Return) – відсоткова ставка, при дисконтуванні за якою чистий приведений прибуток проекту дорівнює нулю.

Таким чином, отримуємо:

- чистий приведений прибуток (NPV) – 50 000 грн.;
- індекс прибутковості (PI) – 2,0;
- період окупності – 3 місяці.

## 2. Проект з урахуванням дисконтування і курсової інфляції

Як відомо, ставка дисконтування дозволяє коригувати суми грошових виплат з урахуванням різної вартості грошей у різні періоди часу. Для урахування дисконтування у модулі *Настройка расчета* розділу *Проект* введемо величини загальної ставки дисконтування для гривні – 25 %, а для долара – 10 %. Для урахування курсової інфляції у модулі *Валюта* розділу *Окружение* введемо величину темпів падіння курсу гривні 8 % за рік. Після перерахунку проекту отримаємо такі показники ефективності інвестицій (рис. 5).

Як видно, в результаті врахування показників дисконтування і курсової інфляції чистий приведений прибуток зменшився з 50000 грн. до 46810 грн., а індекс прибутковості – з 2,0 до 1,94 для гривні та до 1,96 для долара.

Эффективность инвестиций			
Длительность проекта		3 мес.	<input type="button" value="OK"/>
Период расчета		3 мес.	<input type="button" value="Справка"/>
Гривна			
Ставка дисконтирования	0,00	%	
Период окупаемости - PB	3	мес.	
Дисконтированный период окупаемости - DPB	3	мес.	
Средняя норма рентабельности - ARR	800,00	%	
Чистый приведенный доход - NPV	50 000		
Индекс прибыльности - PI	2,00		
Внутренняя норма рентабельности - IRR	10 000,00	%	
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	1 500,00	%	
Длительность - D	0,17	лет	
Доллар			
Ставка дисконтирования	0,00	%	
Период окупаемости - PB	3	мес.	
Дисконтированный период окупаемости - DPB	3	мес.	
Средняя норма рентабельности - ARR	800,00	%	
Чистый приведенный доход - NPV	6 250		
Индекс прибыльности - PI	2,00		
Внутренняя норма рентабельности - IRR	10 000,00	%	
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	1 500,00	%	
Длительность - D	0,17	лет	

Рис. 4

Эффективность инвестиций			
Длительность проекта		3 мес.	<input type="button" value="OK"/>
Период расчета		3 мес.	<input type="button" value="Справка"/>
Гривна			
Ставка дисконтирования	25,00	%	
Период окупаемости - PB	3	мес.	
Дисконтированный период окупаемости - DPB	3	мес.	
Средняя норма рентабельности - ARR	800,00	%	
Чистый приведенный доход - NPV	46 810		
Индекс прибыльности - PI	1,94		
Внутренняя норма рентабельности - IRR	10 000,00	%	
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	1 560,34	%	
Длительность - D	0,17	лет	
Доллар			
Ставка дисконтирования	10,00	%	
Период окупаемости - PB	3	мес.	
Дисконтированный период окупаемости - DPB	3	мес.	
Средняя норма рентабельности - ARR	792,34	%	
Чистый приведенный доход - NPV	5 941		
Индекс прибыльности - PI	1,96		
Внутренняя норма рентабельности - IRR	10 000,00	%	
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR	1 464,09	%	
Длительность - D	0,17	лет	

Рис. 5

### 3. Проект з урахуванням кредитування

Для визначення дефіциту готівки під час функціонування проекту користуються модулями *Прибыли-убытки* або *Кеш-фло* розділу *Результаты*, при цьому відповідні дані подаються в останніх

рядках відповідних таблиць. Але зручніше користуватися спеціальною процедурою для визначення дефіциту готівки, що запускається за допомогою кнопки *Дефицит* у модулі *Займы* розділу *Финансирование*. Результати звернення до цієї процедури для розглядуваного проекту наведені на рис. 6.

Дефицит наличных средств:				
Сумма дефицита :	грв.		\$ US	
Начальная	-25 000,00		-3 125,00	
Максимальная :	-50 000,00		-6 210,04	
Период максимального дефицита : с 01.06.2010 по 30.06.2010.				

	5.2010	6.2010	7.2010	
Кэш-фло от операционной деятельности	0,00	0,00	125 000,00	
Кэш-фло от инвестиционной деятельности	-25 000,00	-25 000,00	-25 000,00	
Кэш-фло от финансовой деятельности	0,00	0,00	0,00	
Баланс наличности на конец периода	-25 000,00	-50 000,00	50 000,00	

Рис. 6

Як видно, є дефіцит готівки з 5-го по 6-й місяць реалізації проекту, при цьому максимальний дефіцит дорівнює 50 000 грн. У 7-му місяці здійснюється оплата проекту, що поступає від замовника у розмірі 125 000 грн. за отриманий бізнес-план, і тільки тоді баланс готівки стає додатнім і дорівнює 50 000 грн.

Зрозуміло, що за умов дефіциту готівки протягом перших двох місяців фірма ефективно функціонувати не може. Для реалізації проекту необхідно забезпечити фінансування витрат на перші 2 місяці за допомогою кредитів або інших передбачених у *Project Expert* процедур позики: лізингу, акціонерного капіталу, інвестицій або інших надходжень, що визначають за допомогою певних модулів розділу *Финансирование*.

За логікою сума кредиту або інших позик не повинна бути меншою максимального дефіциту під час реалізації проекту, а термін, на який береться кредит – меншим за кількість періодів, у яких було виявлено дефіцит фінансування.

Название	Дата	Сумма(грв.)	Сумма(\$ US)	Срок
▶ Банк "Хрещатик"	01.05.2010	50 000,00		2 м

Банк "Хрещатик" - Описание

Выплаты процентов | Поступления | Возврат

Ставка : 15,00 %  Капитализация

Регулярные Ежемесячно Отсрочка первой выплаты 2 мес.

Разовые Схема...

Задолженность выплачивается С последней выплат

Отнесение процентов : На затраты

Рис. 7

Оберемо процедуру кредитування. Для цього у вікні *Кредиты* (розділ *Финансирование*, модуль *Займы*) вкажемо назву банку, дату отримання кредиту, суму кредиту, термін кредиту. На вкладинці *Выплаты процентов* встановимо відсоткову ставку за кредит без капіталізації і прийнемо, що заборгованість за відсотками слід сплачувати у кінці терміну кредиту разом з виплатою основної



заборгованості (рис. 7). Далі на вкладинці *Поступления* встановимо режим надходжень, що відповідає потребам проекту, тобто 25 000 грн. щомісячно. Для цього встановимо перемикач у положення *Разовые* і скористаємось кнопкою *Схема*. На вкладинці *Возврат* введемо умову повернення кредиту, наприклад, однією виплатою у кінці терміну. Це досягається встановленням перемикача у положення *В конце*.

Після перерахунку проекту переконаємось у відсутності дефіциту коштів (скористаємось кнопкою *Дефицит* у вікні *Кредиты*), а також у тому, що в останньому місяці проекту виплачуються кредит у розмірі 50 000 грн. та відсотки за нього – 937,50 грн. (модуль *Кеш-фло*, розділу *Результаты*).

Основні показники ефективності інвестицій для даного варіанту проекту:

- чистий приведений прибуток (NPV) – 45 907 грн.;
- індекс прибутковості (PI) – 1,93.

Зменшення показників ефективності пов'язане з появою додаткових витрат на оплату відсотків за кредит.

#### 4. Проект з урахуванням податків і деталізацією ресурсів

За допомогою модуля *Налоги* розділу *Окружение* у відповідному вікні введемо такі податки (рис. 8):

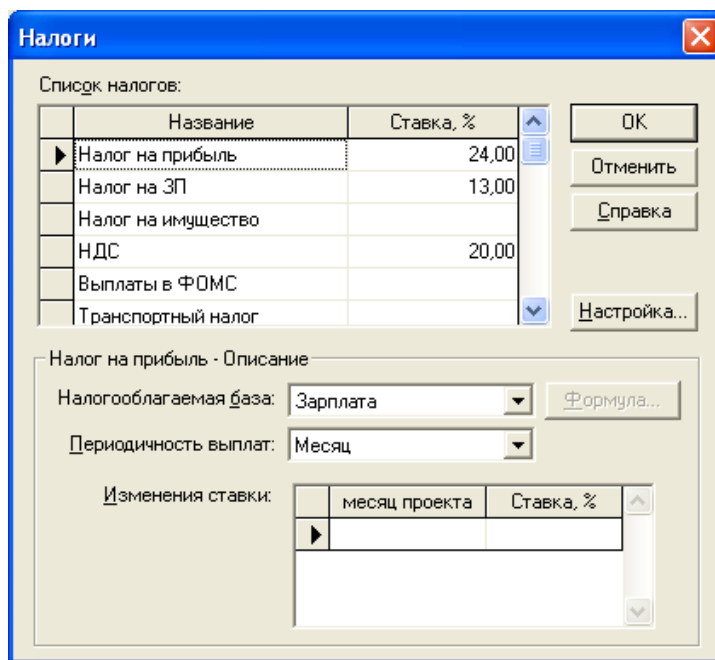


Рис. 8

У модулі *Ресурсы* розділу *Инвестиционный план* у відповідному вікні введемо список ресурсів за допомогою контекстного меню або клавіші *Insert*. У нижній частині даного вікна введемо тип ресурсів, одиниці вимірювання, і вартість.

Далі у вікні модуля *Календарный план* розділу *Инвестиционный план*, відкриємо послідовно кожний етап для редагування: вилучимо раніше введену величину вартості етапу і скористаємось кнопкою *Ресурсы*. У відповідному вікні із списку ресурсів, що розташований у правому полі введемо необхідні ресурси для кожного етапу у ліве поле та кількісні характеристики кожного ресурсу і порядок виплат (рис. 9). У вікні *Календарный план* переконаємось, що кожний етап розглядуваного проекту пов'язаний з певними ресурсами.

Після перерахунку даного варіанту проекту отримаємо такі основні показники ефективності інвестицій:

- чистий приведений прибуток (NPV) – 40 187 грн.;
- індекс прибутковості (PI) – 1,73.

Зменшення показників ефективності пов'язано з появою додаткових витрат на сплату податків.

Крім цього, знову з'явився дефіцит коштів під час реалізації проекту у розмірі -5720 грн. за 5-й і 6-й місяці. Це означає, що необхідно знову звернутися до якоїсь із процедур зовнішніх позик. Звернемося до кредитування, але при цьому скористаємось послугою автоматизованого добору кредиту і відповідних його параметрів. Для цього скористаємось кнопкою *Подбор кредита* у вікні *Кредиты*, а далі кнопкою *Расчет*. Отримаємо результат, поданий на рис. 10.

**Ресурси**

Наименование этапа:  Закреть  
Справка

Ресурси етапа: Список доступных ресурсов:

...  
Помічник  
Спеціаліст по фінансовому аналізу  
Фірма АBBY

← Занести ресурс

Удалить ресурс ▶

Редактировать ресурсы...

Текущий ресурс:

Количество:  ед.

Стоимость:

грн.  
 \$ US

Регулярные выплаты:

Разовые выплаты:

Сумма:

грн.  
 \$ US

День от начала этапа:   
 Дата:

Удалить

Рис. 9

**Кредиты**

	Название	Дата	Сумма(грв.)	Сумма(\$ US)	Стр.
▶	Банк "Хрещатик"	01.05.2010	50 000,00		
	Результат подбора кредита	01.05.2010	5 720,00		

OK  
Отменить  
Справка  
Подбор...  
Дефицит...

Банк "Хрещатик" - Описание

Выплаты процентов  Поступления  Возврат

Ставка:  %  Капитализация

Регулярные  Разовые

Ежемесячно  мес.  
Отсрочка первой выплаты

Задолженность выплачивается

Схема...

Отнесение процентов:

Рис. 10

Після перерахунку такого варіанту проекту переконаємось у відсутності дефіциту коштів під час його реалізації і в тому, що основні показники ефективності інвестицій знову зменшилися за рахунок виплат відсотків за новий кредит:

- чистий приведений прибуток (NPV) – 40 049 грн.;
- індекс прибутковості (PI) – 1,72.

За допомогою модуля *Анализ чувствительности* розділу *Анализ проекта* оцінимо стійкість проекту до різних параметрів, наприклад, вплив на чистий приведений прибуток (NPV) ціни збуту продукції, ставок дисконтування, податків, кредитів, курсової інфляції тощо. Для цього за допомогою кнопок *Добавить*, *Удалить* у відповідному вікні виберемо необхідні параметри і перенесемо їх у нижню частину вікна, встановимо інтервали відхилення від значень відповідних параметрів у

проекті, знайдемо множину значень чистого прибутку (NPV) в залежності від значень цих параметрів (кнопка *Пересчитать*) і для наочності побудуємо відповідні графіки. Аналогічно можна розглянути вплив цих чи інших параметрів і на інші показники ефективності інвестицій.

За допомогою модуля *Анализ безубыточности* розділу *Анализ проекта* визначимо об'єми збуту продукції, при яких витрати повністю перекриваються доходами від продажу продукції і подано їх у вигляді графіка з так званою *точкою беззбитковості* (рис. 11).

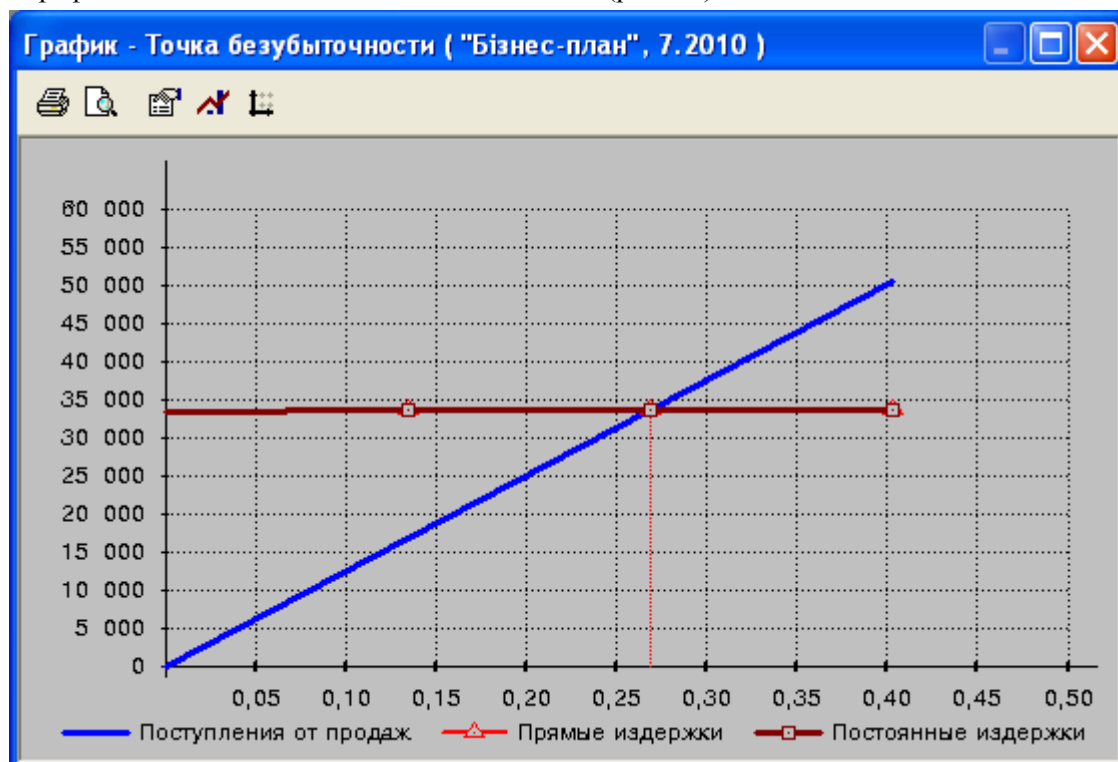


Рис. 11

Процес вдосконалення даного проекту можна продовжити, змінюючи його ціну, термін реалізації та інші параметри.

Результати моделювання діяльності підприємства отримують за допомогою відповідних модулів розділу *Результаты* : *Прибыли-убытки*, *Кеш-фло*, *Баланс*, *Детализация результатов*, *Графики*, *Таблицы* тощо у вигляді фінансових звітів, таблиць і графіків. На основі цих матеріалів, а також пояснювальних текстів, що вводяться у попередніх розділах, формують бізнес-план. Цей процес реалізують за допомогою модуля *Отчет*. Звіт формують також у форматах Microsoft Word і HTML, що дає переваги користувачеві.

Як було зазначено, розділ *Компания* призначений для введення даних про фінансово-економічний стан підприємства на початок проекту. Цей розділ використовується, якщо проект реалізується на основі уже діючого підприємства, при цьому необхідно приймати до уваги стан його активів і пасивів на початок проекту. Найважливішим модулем даного розділу є модуль *Стартовый баланс*, за допомогою якого можна детально описати всі статті активів і пасивів балансу на початок проекту.

Як бачимо, процес створення ефективного проекту для розробки бізнес-плану не може бути здійсненим за один крок і вимагає від користувача сумлінної підготовки, аналізу і праці. Разом з тим при використанні програмного засобу *Project Expert* цей процес стає дуже ефективним і наочним.

Після лекційних занять, що проводяться за традиційною схемою навчання з використанням сучасних мультимедійних технологій, студенти працюють із ДК «ІСІТ в економіці», що розташований на сайті Інституту інформатики НПУ імені М. П. Драгоманова (<http://www.moodle.i.npu.edu.ua>). При цьому вони опрацьовують:

- теоретичний матеріал до теми «Фінансове моделювання та бізнес-планування з використанням програмного засобу *Project Expert*»;
- окремі блоки теоретичного матеріалу з самоконтролем набутих знань, отримуючи певні бали за цей вид роботи;
- глосарій (словник основних термінів);
- тестові завдання до відповідної лабораторної роботи і теоретичного матеріалу (для самоконтролю і контролю набутих знань, умінь і навичок);
- завдання до лабораторної роботи;

- для виконання лабораторної роботи студенти використовують програмний засіб *Project Expert*, інсталяційні файли якого містяться на сервері Інституту інформатики;
- контрольні запитання до лабораторної роботи;
- форуми, чати (обговорення питань з даної теми).

Звіт до лабораторної роботи студенти оформлюють згідно з протоколом і надсилають його викладачеві на сайт ДК «ІСІТ в економіці».

Застосування такого АРМ майбутнього вчителя економіки для навчання дисципліни «Інформаційні системи і технології в економіці» забезпечує:

- інтенсифікацію навчального процесу;
- розвиток у студентів знань про сучасні освітні технології;
- поглиблення знань, умінь, навичок роботи з СДН та спеціалізованими програмними засобами опрацювання економічних даних;
- формування мотиваційних чинників до навчання інформаційних систем і технологій в економіці як навчальної дисципліни та нових інформаційних систем і технологій в цілому;
- формування умінь самостійного оволодіння новими інформаційними системами і технологіями опрацювання економічних даних;
- розвитку компетентностей майбутніх учителів економіки в галузі інформаційних систем і технологій;
- підвищення загальної економічної та інформатичної культури студентів.

### Література

1. Фетісов В.С. Автоматизоване робоче місце менеджера: Навч. посіб. – К.: Знання, 2008. – 390 с.
2. Ситник В.Ф. Основи інформаційних систем: Навч. Посібник – К.: КНЕУ, 2001. – 420 с.
3. Хисамудинов В.В., Ковалева В.Д. Автоматизированное рабочее место экономиста: Учебн. пособие – М.: ИНФРА-М, Издательский дом, Финансы и статистика, 2009.
4. Робоча програма дисципліни «АРМ менеджера» для студентів денної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «Спеціаліст» та «Магістр» спеціальності «Менеджмент організацій» / Київський національний торговельно-економічний ун-т / А.Ю. Тривайло (уклад). – КНЕТЕУ, 2003. – 14 с.
5. Кузьміна Н.М., Струтинська О.В. Методика використання НІС для підтримки навчання інформаційних систем і технологій майбутніх учителів економіки / Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наукових праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – № 8 (15). – С. 74-85.
6. Кузьміна Н.М. Деякі методичні аспекти навчання НІКТ студентів економічних спеціальностей у педагогічному університеті / Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наукових праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2008. – № 6 (13). – С. 22-26.
7. Культин Н.Б. Инструменты управления проектами: Project Expert и Microsoft Project. – Спб.: БХВ-Петербург, 2009. – 160 с.
8. Кузьміна Н.М., Струтинська О.В. Інформаційні системи і технології в економіці: Навч. посібн. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 250 с.

**Сергієнко В.П., Войтович І.С.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

### **Перспективи використання „cloud computing” у навчальній діяльності педагогічних університетів**

Освітня система України поступово запроваджує принципи відкритої освіти. Назріла необхідність переходу на нові види взаємовідносин „студент–викладач” та створення навчально-інформаційного порталу, який об'єднав би зусилля багатьох викладачів, вчителів, науково-дослідних колективів, бібліотек. Адже одна і та сама дисципліна, яка вивчається у Києві, Львові, Харкові, Донецьку і інших населених пунктах країни, згідно вимог Болонської декларації [7], повинна вивчатися за типовими навчальними програмами, з використанням подібних дидактичних засобів та однакових підручників і посібників. Це дозволило б забезпечувати негайне впровадження нових і ефективних методик, технологій та засобів навчання, засоби і форми контролю забезпечували б якість навчання за єдиними вимогами.

Водночас варто зазначити, що практично кожен окремий навчальний заклад має власні, істотні досягнення, тоді як для поєднання наявних інформаційних ресурсів не вистачає ні адміністративних, ні фінансових, ні технічних ресурсів. Досить часто спостерігається неефективне використання або

дублювання вже наявних ресурсів молодими викладачами, і навпаки, небажання ділитися вдалими розробками досвідчених викладачів, посилюючись на захист прав на „інтелектуальну власність”.

Розглянуті проблеми змушують шукати нові шляхи їх розв’язання в умовах стрімкого розвитку технологій та комунікацій. Одним із перспективних нововведень у цьому напрямку є “cloud computing”.

Наразі спільнота ще не визначилася з єдиним варіантом перекладу цього терміну українською мовою (пропонуються варіанти „хмарні обчислення”, „хмарові обчислення”, „хмаркові обчислення”, „хмаринкові обчислення”), тому тут використовуватиметься англійська назва.

„Революційні „cloud computing” позбавлять бізнес і держустанови від проблем із комп’ютерною технікою і програмним забезпеченням. Майбутнє комп’ютерних мереж – за онлайн-документами і сервісами, віддалений доступ до яких надається як інтернет-послуга”, пише Стів Баллмер, генеральний директор Microsoft, у своїй колонці в новому номері журналу «Кореспондент» [2].

Мова йде про технології, за допомогою яких користувачі зможуть використовувати зовнішні, розташовані за межами їх персональних комп’ютерів, безмежні обчислювальні ресурси, щоб виконувати внутрішні завдання [1].

Однак, поки що ініціатори впровадження „cloud computing” вбачають їх використання для виходу на нові ринки, впроваджувати нові бізнес-моделі і по-новому обслуговувати клієнтів.

Водночас залишається нерозв’язаним питання створення єдиного освітнього простору України та його входження до світового освітнього і наукового просторів. Розвиток інформаційної інфраструктури української освіти розглядається переважно на рівні інформаційних систем окремо Міністерства освіти, науки, молоді та спорту України, а окремо навчальних закладів.

Не потрібно також забувати і про захист конфіденційних відомостей, адже, не зважаючи на стрімкий розвиток нових технологій, у навчальних закладах лише розпочинаються роботи зі створення комплексних систем технічного захисту інформаційних ресурсів.

З огляду на це, метою статті є висвітлення підходів „cloud computing”, на базі яких можна ефективно та з мінімальними витратами розбудовувати сервіс-орієнтовану систему навчання, консультування та підвищення кваліфікації студентів та випускників педагогічних університетів.

Водночас, розглянемо існуючі сервіси „cloud computing” та можливості їх використання у навчальному процесі без додаткових витрат.

“Cloud Computing” – технологія опрацювання даних, в якій програмне забезпечення надається користувачеві як Інтернет-сервіс [5]. Користувач має доступ до власних даних, але не може управляти і не повинен піклуватися про інфраструктуру, операційну систему (ОС) і власне програмне забезпечення (ПЗ), з яким він працює. Згідно з документом IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), опублікованим в 2008 році, „Cloud computing – це парадигма, в рамках якої інформаційні ресурси постійно зберігаються на серверах в мережі Інтернет і тимчасово кешуються на клієнтському боці, наприклад на персональних комп’ютерах (ПК), ігрових приставках, ноутбуках, смартфонах тощо.

„Cloud computing” включає поняття програмного забезпечення як послуги Веб 2.0 та інші технологічні тенденції, загальною в яких є впевненість, що за допомогою ресурсів мережі Інтернет можна задовольнити потреби користувачів в опрацюванні даних. Наприклад, Google Apps (рис. 1) забезпечує ПЗ в режимі онлайн, доступ до якого відбувається за допомогою Інтернет-браузера тоді як ПЗ і дані зберігаються на серверах Google.

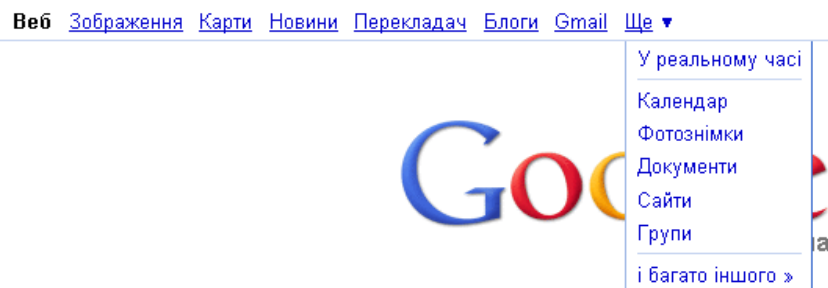


Рис. 1. Додатки Google Apps

Служба підтримує кілька веб-додатків зі схожою функціональністю як у традиційних офісних пакетах, і включає: Gmail, Google Calendar, Google Talk, Google Docs і Google Sites.

Для забезпечення узгодженої роботи ПК, за допомогою яких надаються послуги „cloud computing”, використовується спеціалізоване ПЗ «middleware control». За допомогою цього ПЗ забезпечується моніторинг стану обладнання, балансування навантаження, забезпечення ресурсів для виконання завдання.

## Працюйте та діліться результатами вашої роботи онлайн за допомогою Документів Google

- **Завантажте файли з робочого столу:** Розпочати дуже легко! До того ж, це безкоштовно.
- **Доступ будь-де:** Редагувати та переглядати свої документи на будь-якому комп'ютері та смартфоні.
- **Спільний доступ до вашої роботи:** Співпраця в реальному часі означає більш швидке виконання роботи.



Рис. 2. Додаток Google Docs

Для „cloud computing” основним припущенням є нерівномірність запиту ресурсів з боку клієнта(ів). Для згладжування цієї нерівномірності для надання сервісу між апаратним забезпеченням і middleware використовується віртуалізація серверів. Сервери, на яких виконуються програми, віртуалізуються і балансування навантаження здійснюється як засобами ПЗ, так і засобами розподілу віртуальних серверів за реальними.

Виділяють три головних напрямки впровадження „cloud computing” [8, 9]:

– Додаток як сервіс (SaaS, Software as a Service). У цю нішу потрапляє практично будь-який додаток, що використовується через Всесвітню мережу. Розробників в ній - тисячі. Люди фактично вже давно користуються „cloud computing”, анітрохи про це не замислюючись.

– Платформа як сервіс (PaaS, Platform as a Service). За її допомогою можна створювати і впроваджувати програми на основі хостингу, використовуючи мову програмування та пакети від провайдера-розробника. Серед них - Salesforce, Intuit Partner Platform, Google Apps, Microsoft Azure.

– Інфраструктура як сервіс (IaaS, Infrastructure as a Service). Сюди відносяться використання сервера і дискового простору, віддалених від користувача. Лідер у цій ніші - Amazon з кількома рішеннями на вимогу. Ще одним прикладом можуть слугувати послуги з надання дискового простору, пропоновані Nirvanix. Компанія IBM також надає рішення в цій галузі, тим самим допомагаючи справитися з низкою проблем і в науці, і в освіті, і в управлінні.

„Cloud computing” передбачає [6, 9]:

– послуги на вимогу. Організація може отримати необхідне, коли це їй потрібно;

– широкий доступ до мережі. На основі „хмари” забезпечується мережний доступ та управління програмним забезпеченням та сервісами – а це означає доступ будь-де та будь-коли;

– об'єднання ресурсів. Велика кількість користувачів розділяє незалежні від місця розташування ресурси та витрати у екологічно-збалансований спосіб;

– гнучкий розподіл ресурсів. У міру зміни потреб послуги у „хмарі” можуть швидко розростатися. Організації не потрібно турбуватися про підключення нових серверів до мережі або перерозподіл ресурсів;

– вимірювання послуг. Використання тарифікується – за кожного користувача або за годину. Це означає, що платити організації доведеться лише за те, чим вона користується. Рівні обслуговування визначаються на договірній основі.

Оплата у «хмарах» відбувається за фактом надання послуг. Користувач оплачує лише таку кількість ресурсів і сервісу, яка йому необхідна. Наприклад, вартість Amazon Elastic Compute Cloud визначається кількістю годин використання віртуального сервера. Невеликий Linux-сервер коштує 10 центів на годину, у той час як потужний Windows-сервер обійдеться 1 дол 20 центів на годину. Подібним чином визначається і ціна на дисковий простір. Зокрема, Nirvanix надає 1 Гбайт, починаючи від 25 центів на місяць.

Так само, як телекомунікаційні компанії пропонують цілий ряд послуг – основні пакети підключення, преміум-пакети, можливість оплати за фактом перегляду – у „cloud computing” забезпечується гнучкий вибір у сфері комп'ютерних ресурсів. І хоча „cloud computing” звучить більш невизначено, ніж є насправді, концепція „хмари” є досить простою: це мережа комп'ютерних ресурсів, розташованих у будь-якому місці, якими можна поділитися [3].



Рис. 3. Доступ до програмного забезпечення у «хмарі»

„Cloud computing” об’єднують в собі багато понять, які існували задовго до появи даного терміну. Це і сервіс за запитом, і надання через Інтернет послуг з оплатою за фактом, і grid-обчислення, коли для виконання завдання об’єднуються незалежні комп’ютерні ресурси. Але не просто якийсь з цих атрибутів, а об’єднання їх усіх в одну злагоджену структуру якісно змінює картину і створює справжнє обчислювальне середовище у тому сенсі, як його розуміють у наші дні. Онлайн-сервіс за запитом може бути частиною «хмари», структура якої прихована від користувача.

„Cloud computing” виявляються в 2-3 рази дешевшими, ніж розроблення і застосування ліцензійного ПЗ. І це важливо в нинішній економічній ситуації для освітніх установ і навчальних закладів. Провайдери „cloud computing” пропонують своїм клієнтам розрахунок зменшення витрат для різних ПЗ. Наприклад, Google Docs надає такий аналіз порівняно з рішеннями, запропонованими Microsoft. Крім того, «хмари» зовсім виключають таку процедуру, як обслуговування обладнання – цим займається провайдер [3].

Розрізняють зовнішню і внутрішню хмари. Зовнішня хмара – це сервіс або набір сервісів, доступний всім без винятку. Звичайно, по-перше, за аналогією з електрикою чи газом, обчислювальні послуги повинні бути оплачені, по-друге, щоб отримати доступ до сервера, необхідно мати вихід в Інтернет. Загальнодоступні «хмари» працюють на основі перевикористання віртуалізованого обладнання, керованого самими користувачами, а оплата проводиться за фактом надання послуг. Внутрішня «хмара» повторює зовнішню, але з істотною відмінністю: корпоративні користувачі мають доступ до сервісів тільки в межах підприємства, захищеного мережевим екраном. Підприємства поки ще не готові передати внутрішні інформаційні ресурси третій стороні, що і є передумовою для виникнення внутрішніх (приватних) «хмар». Для організації з величезною кількістю відділів і філій «хмарна» архітектура з допомогою віртуалізації з’єднує кілька інфраструктур в одну, що істотно спрощує управління логічними ресурсами.

Так, у „хмарах” вже зараз можна знайти аналоги більшості прикладних ПЗ і проводити практичні заняття зі студентами з комп’ютерних дисциплін, не задумуючись над тим, чи ліцензійне ПЗ встановлене у аудиторії, як встановити і запустити нові версії ПЗ, якщо апаратна частина ПК не відповідає програмним вимогам, тощо. Головне, щоб був високошвидкісний доступ до глобальної мережі – „хмари”, браузер, ... і все.

Так, зокрема варто звернути увагу на онлайн-текстовий редактор Zoho Writer або популярний Документ Google. Багато онлайн-редакторів не тільки відформатують і збережуть документи, але також забезпечать експорт / імпорт інших форматів і заодно перевіряють орфографію для вибраної мови. Замінити MsExcel можна онлайн-сервісом від Google або від Editgrid. Для створення (індивідуального та групового) 2/3-вимірних презентацій окрім не раз згаданих Документів Google, на допомогу прийде Sliderocket і безліч інших сервісів на будь-який смак і колір.

Конкуренцію оффлайн-редакторам графіки та фото на зразок Photoshop може скласти онлайн-сервіс Lunaris чи Google Picasa [6].

Для створення web-сайтів уже давно використовують готові шаблони, розміщені на серверах з безкоштовним хостінгом.

Онлайн-музичні та відео-сервіси часто замінюють користувачам радіо, телебачення, музичні центри. Наразі можна слухати як масове так і власне радіо, радіо друзів на LastFM. «Закачувати» свої ролики і переглядати популярні ролики друзів у високоякісному режимі на YouTube, купувати, записувати, завантажувати музику з безлічі сайтів.

Онлайнві перекладачі функціонують набагато краще, ніж дискові версії їх аналогів, завдяки можливості постійного оновлення словників та впровадження нових семантичних закономірностей.

Спілкування реалізується як через традиційну електронну пошту, так і через соціальні мережі. Карти місцевості, онлайнві платежі, онлайнві ігри, онлайнві віртуальні світи, пошукові системи, чати, торенти – все це реалізується за рахунок „cloud computing”.

Компанія Google, яка спочатку побудувала свій бізнес на наданні онлайнвих сервісів, пропонує оптимальне рішення для навчальної діяльності: безкоштовні сервіси (рис. 4), можливість вести блоги викладачів та консультантів курсів, оперативно обмінюватися навчальними відомостями з їх обговоренням.

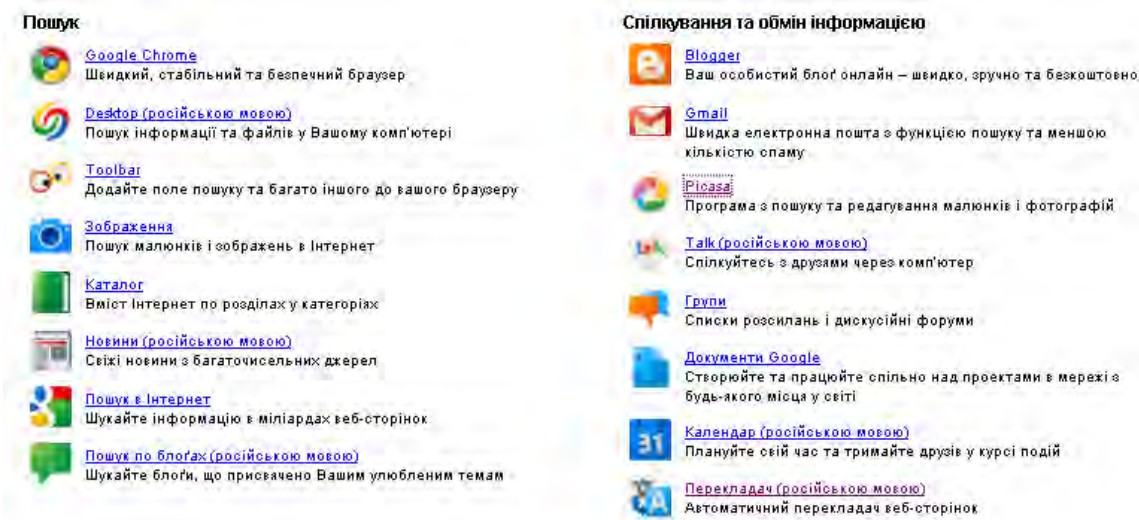


Рис. 4. Сервіси Google у сфері „cloud computing”

Більш того, браузер компанії, Google Chrome, спочатку розроблявся як інструмент для роботи з „cloud computing”, не дарма кожна web-сторінка відкривається в ньому як окремий додаток.

Нові операційні системи - такі як Google Chrome OS, Open Handset Alliance Android, Intel Moblin, розраховані на роботу в різних мобільних пристроях, не „обтяжених” зайвим встановленим «софтом» і орієнтовані на онлайнві сервіси.

Впровадження „cloud computing” призведе до того, що проблема піратського «софту» відпаде практично сама по собі. Оскільки більшість додатків будуть доступними безкоштовно, майже безкоштовно або за гроші, але лише в міру затребуваності цього додатка, а не шляхом купівлі безлічі потрібного і непотрібного програмного забезпечення єдиним пакетом.

Разом із позитивними аспектами слід спинитись і на негативних [4]:

– по-перше, не всі дані можна довірити сторонньому провайдеру в Інтернеті, тим більше, не тільки для зберігання, але ще й для опрацювання;

– по-друге, при використанні далеко не кожного додатка можна зберегти хоча б на «флеш-пам'яті» проміжні етапи опрацювання, а також фінальний результат роботи, адже онлайнві результати зручні не завжди. Залишається ризик, що провайдер онлайнвих сервісів одного разу не зробить резервну копію даних – якраз перед катастрофою сервера. Ризик цей, втім, навряд чи перевищує небезпека того, що користувач сам втратить свої дані, розбивши мобільник або ноутбук, не створивши на домашньому ПК RAID масив із дзеркалюванням даних;

– по-третє, звикнувши використовувати ту або іншу послугу, користувачі якоюсь мірою також обмежують свою свободу – свободу переходу на попередню версію «софту», вибору способів опрацювання даних, тощо;

– по-четверте потрібний постійний і надійний доступ в Інтернет, особливо під час подорожей.

Перевага „cloud computing”: всі обчислення виконуються віддалено від комп'ютера користувача, необхідною умовою є тільки наявність веб-браузера і доступу в Інтернет.

Недолік „cloud computing” – повна залежність користувача від «хмари» (де зберігаються не тільки програми, але і його дані).

Перспективи «хмарних» обчислень є значними, тому що вони надають можливість використання масштабних обчислювальних сервісів, не вимагаючи додаткових ресурсів від комп'ютерів користувачів.

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова наблизився до створення освітнього порталу за допомогою “хмарних” технологій і як провідний педагогічний університет України здатен це зробити. Необхідно детально опрацювати концепцію та алгоритм поєднання



наявних інформаційних ресурсів у “хмару”, розробити правила та порядок обміну обчислювальними та інформаційними ресурсами, різних профілів користувачів.

„Хмари” залучать більше коштів з державного бюджету, що дозволить не тільки отримати потрібні інвестиції у розвиток технологій, а й прискорити прийняття стандартів і розв’язання ключових проблем.

### Література

1. 5 вимірів хмарних обчислень. Лекція голови Microsoft Стіва Балмера для студентів КПІ та інших ВНЗ. – Дата перегляду: 20.12.2010. – Режим доступу: <http://www.microsoft.com/ukraine/events/ballmer-students-lecture-2010/default.aspx>
2. Балмер Стів. Дорога в облака // Кореспондент. – №45. – 2010 Дата перегляду: 06.12.2010. – Режим доступу: <http://blogs.korrespondent.net/opinions/1142792-doroga-v-oblaka>
3. К 2014 году облачные вычисления в пять раз обгонят рост традиционных ИТ-продуктов. – Дата перегляду: 28.12.2010. – Режим доступу: <http://www.management.com.ua/tend/tend335.html>
4. Компанії не готові до ризиків, пов’язаних із застосуванням нових технологій. – Дата перегляду: 23.12.2010. – Режим доступу: <http://news.dtk.com.ua/show/ukr/article/7121.html>
5. Облачные вычисления. – Дата перегляду: 25.12.2010. – Режим доступу: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные\\_вычисления](http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления)
6. Романченко Владимир Облачные вычисления на каждый день: Аналитика – 3DNews – Daily Digital Digest. – Дата перегляду: 27.12.2010. – Режим доступу: [http://www.3dnews.ru/editorial/cloud\\_computing](http://www.3dnews.ru/editorial/cloud_computing)
7. Текст Болонської декларації та список країн, міністри освіти яких її підписали. – Дата перегляду: 27.12.2010. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/main.php?query=education/higher/bolpr/boldeclr>
8. Топровер Ольга. Десять вопросов об облачных вычислениях – № 12, 2009 // Мир ПК. – Дата перегляду: 23.12.2010. – Режим доступу: <http://www.osp.ru/pcworld/2009/12/11078735>
9. Что такое облачные вычисления и как их можно использовать? – Дата перегляду: 26.12.2010. – Режим доступу: [http://www.ibm.com/ru/cloud/pdf/Understanding\\_and\\_Leveraging\\_Cloud\\_Computing\\_RU-1\\_validated\\_Feb2\\_KI\\_rus\\_s5\\_hyperlinks.pdf](http://www.ibm.com/ru/cloud/pdf/Understanding_and_Leveraging_Cloud_Computing_RU-1_validated_Feb2_KI_rus_s5_hyperlinks.pdf)

Тополя Л.В.

НПУ імені М.П. Драгоманова

### Методичні та психолого-фізіологічні вимоги до створення презентацій

Для пошуку відомостей та одержання знань, їх зберігання та передавання людина постійно шукала й знаходила додаткові засоби, що суттєво впливали на розвиток суспільства. Кам’яні скрижалі, папірус, друкарський верстат, телефон, радіо, телебачення, комп’ютер і, нарешті – глобальна мережа *Internet* – найважливіші засоби передавання та зберігання відомостей, досвіду, що накопичувалися людством упродовж тисячоліть.

Трансформація індустріального суспільства в інформаційне, народження нової “інформаційної” цивілізації, руйнування (зокрема, завдяки *Internet*) інформаційних перешкод – все це вимагає відповідної реакції з боку фахівців будь-якої галузі та будь-якої країни світу.

Підростаюче молоде покоління повинно не тільки вміти відшукувати певні відомості в глобальній мережі *Internet* та використовувати їх за призначенням, але й, зберігаючи свою самобутність, використовувати переваги глобалізації та інтеграції для власної освіти й навчання. Треба брати до уваги і те, що у значної кількості молодих людей на фоні зростання потреби отримати документ про освіту (що визначається запитами суспільства) відчутно знижується інтерес і бажання отримати повноцінну освіту.

Тому нині в освіті стоїть гостра проблема підвищення мотивації навчання та збудження інтересу учнів до отримання повноцінних знань і формування навичок їх використання, чого можна досягти, зокрема, через використання у навчальному процесі інформаційно-комунікаційних технологій навчання.

Як відомо, наші діти *не мають повної свободи у виборі навчального закладу та вчителя*, що задовольняли б їх потреби та бажання. На це існують як об’єктивні, так і суб’єктивні причини. До перших можна віднести територіальну віддаленість навчального закладу від місця постійного проживання учня, наявність конкурсного відбору під час вступу до прогресивних і передових ліцеїв, коледжів, профільних шкіл, обмеження на кількість учнів, що можуть навчатися в одному закладі або класі, зменшення кількості кваліфікованих вчителів (особливо серед молодих та у сільській місцевості), які працюють в школі, «розпорошеність» досвідчених вчителів з різних навчальних

дисциплін в різних закладах, фінансові проблеми батьків та ін. Серед суб'єктивних причин – від невпевненості учня у можливості опанувати знання на вищому рівні до відсутності в учителів бажання підвищувати свій професійний рівень.

У зв'язку з цим зростає роль дистанційного навчання та навчання з використанням мережі *Internet*. Під час такого навчання учень повинен мати змогу отримувати **такі** знання, **тоді, так** і в **такий спосіб**, що найповніше відповідають його особистим потребам і можливостям. Йдеться насамперед про надання дитині можливості їх отримання *за межами навчального закладу*, у якому вона навчається. Увагу слід приділяти не тільки електронним посібникам, підручникам, тренажерам і репетиторам (що різні за структурою, змістом, способами користування тощо) та дистанційним формам навчання, що переважно є ефективними для глибоко вмотивованих щодо потреби навчатися людей (спортсменів, хворих, особливо здібних людей).

Наразі важливим є дослідження можливостей і доцільності використання у навчальному процесі телекомунікаційних технологій для проведення **відкритих лекцій, семінарських і практичних занять**, навчальних **конференцій, позакласних заходів** (засідань гуртків, факультативних занять тощо) досвідченими вчителями.

Навчання із використанням інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема і на базі *Internet*-ресурсів, займало в 1998 р. лише 2 % світового ринку освітніх послуг. У 2003 році він зріс до 14, а за прогнозами аналітико-дослідницької компанії «Міжнародна Корпорація Даних» (International Data Corp., IDC) передбачається, що до 2013 р. його частка становитиме 40 %. Відповідно до прогнозів цієї компанії обіг ринку віртуального навчання збільшиться з 16 млрд. в 1998 р. до 47,8 млрд. USD в 2013 р.

У світі вже накопичений значний досвід *Internet*-освіти. Одним із головних під час такого навчання є вибудовування взаємовідносин між учителем та учнями в реальному часі. Для цього вчителю слід не тільки знати свій предмет та методику його навчання, але й володіти основами комп'ютерних технологій, бути обізнаним з етикою та психологією *Internet*-спілкування, уміти презентувати відомості у відповідному форматі, що забезпечить повніше та ефективніше засвоєння навчального матеріалу. У цьому сенсі вчитель, готуючись до *Internet*-уроку, складає не просто його план, але певного роду сценарій з обов'язковим використанням засобів мультимедіа, **зокрема презентацій**.

Вимоги до **структури, змісту та оформлення** презентації навчального матеріалу загальновідомі:

1) стисле та лаконічне подання матеріалу з максимальною інформативністю пропонованого тексту;

2) використання термінів, скорочень тощо, які відомі учням;

3) уникання загромадження слайду символами, зображеннями;

4) дотримання чіткого порядку структурування та подання матеріалу в цілому та на кожному слайді зокрема;

5) використання коротких та змістовних заголовків, за потребою маркованих та нумерованих списків;

6) використання для важливих повідомлень великих шрифтів, виокремлення і розташування їх у лівому верхньому куті екрана;

7) розміщування другорядних відомостей внизу сторінки;

8) відведення для кожного положення (ідеї) окремого абзацу (нового слайду);

9) подання головної ідеї слайду у перших рядках абзацу;

10) компактне та наочне ілюстрування важливих фактів, за потребою з використанням таблиць, діаграм, схем тощо;

11) використання графіки, що логічно доповнює текст;

12) розташування пояснень якнайближче до ілюстрацій, з якими вони мають одночасно появлятися на екрані;

14) ретельна перевірка відомостей на відсутність орфографічних, граматичних і стилістичних помилок;

15) доцільне та виважене використання для тексту і графічних зображень звукового супроводу, фотознімків, малюнків, комп'ютерної анімації процесів і явищ.

Перелічені вимоги урівноважуються та підсилюються вимогами до презентацій Д. Льюїса, де зосереджується увага, зокрема, на наповненості їх текстовими та іншими об'єктами, і розміру шрифту:

- Кожен слайд має відображати одну думку.
- Текст має складатися з коротких слів та простих речень.
- Рядок залежно від довжини та шрифту має містити 6 – 10 слів.

- Усього на слайді має бути 6 – 10 рядків.
- Загальна кількість слів не повинна перевищувати 50.
- Дієслова мають бути в одній часовій формі.
- Заголовки мають привертати увагу аудиторії та узагальнювати основні положення слайду.
- У заголовках мають бути як великі, так і малі літери.
- Слайди мають бути не надто яскравими щодо використання кольорів, об'єктів, анімацій.
- Кількість блоків відомостей на одному слайді має бути не більшою за чотири.
- Підписи до ілюстрації розміщуються під нею, а не над нею.
- Усі слайди презентації мають бути витримані в одному стилі.

Важливим для читання, сприймання та розуміння тексту на слайдах є **вибір шрифту** та його **розмірів**. З одного боку, він відображає вподобання автора, а з іншого – повинен відповідати санітарно-гігієнічним, фізіологічним і психологічним нормам. Текст на слайді повинен легко читатися. Основні думки, положення, факти на ньому можуть акцентуватися шрифтом і кольором.

До загальних правил використання шрифтів і принципів їх добору, що не перелічувалися раніше, доцільно віднести такі:

1. Кожен шрифт (гарнітура і написання) упродовж усієї презентації повинен мати одне і те саме призначення. Напівжирний шрифт зазвичай використовують для назв документів, розділів, підрозділів, виділення ключових фраз, понять тощо. При цьому вважають, що напівжирний курсив за ієрархією вищий у порівнянні з напівжирним прямим шрифтом. Виділення курсивом – це розставлення у тексті слайда «наголосів», акцентів, зокрема під час формулювання правил, означень, введення нових понять і залежностей.

2. На одному слайді не варто використовувати більше ніж три - чотири види шрифтів (за видом і гарнітурою). Часта зміна шрифтів може призвести до неузгодженості, відсутності уніфікації відомостей на слайдах і важкого їх сприймання.

3. Слайд не повинен бути «строкатим» від великої кількості різних шрифтів і кольорів. Різноманіття кольорів і шрифтів може негативно впливати на нервову систему, втомлювати очі, а тому гальмує якість сприйняття повідомлень, що подаються на слайді.

4. Слід уникати розміщення світлого шрифту на темному тлі.

5. Розмір шрифту (у поліграфії - кегль), що використовується під час створення слайду, не повинен бути меншим за 20 пт для шрифту *Times New Roman* або 31 для шрифту *Arial*.

6. Шрифти з зарубками (типу *Times New Roman*) легко читаються, тому їх доцільно використовувати для слайду, що має велике текстове наповнення. Шрифти без зарубок (типу *Arial*) простіші, вони краще виглядають у заголовках і колонтитулах.

7. Текст, що записаний на слайді з метою перевірки знань, умінь і навичок, доцільно подавати спрощеними шрифтами та гарнітурою без зайвих рисок, підкреслень тощо, наприклад, шрифтом *Arial*.

8. Усі математичні формули подаються гарнітурою, близькою до *Times New Roman*, при цьому всі змінні набираються курсивом, а решта символів (цифри, знаки дій, усталені назви функцій, дужки) – звичайним прямим шрифтом.

Загально визнано, що **колір** має один з найбільших ступенів емоційного впливу на людину. Вперше спробу систематизувати роль окремих кольорів у відчуттях та емоціях людини почав І. В. Гете. Зокрема, він вважав, що жовтий колір створює тепле враження та добросердий настрій. Синій у його розумінні був кольором тіні – холодним і темним. (Цей факт пояснює те, що під час споглядання об'єкти синього кольору людині здаються більш віддаленими). Червоному кольору поет приписував такі якості, як серйозність і гідність, грацію та принадність.

У В. В. Кандінського інший, суттєво глибший, повніший і складніший погляд на проблему сприймання людиною кольорів. Він відзначав двоякий вплив кольору на людину:

1) фізичний вплив, коли око або зачаровується кольором, або ж навпаки, зазнає найсильнішого фізичного негативного подразнення від нього;

2) психічний вплив – відчуття кольору глибші і викликають цілий ланцюг психічних реакцій у людини.

Процес сприймання кольору, на його думку, обумовлений найперше ступенем розвитку самої людини. Але й за наявності у людини низького рівня сприймання кольору, він відчувається нею по-різному. Зокрема, незалежно від цього рівня, світлі фарби більше приваблюють око, ніж темні, а пофарбовані в теплі кольори об'єкти здаються ближчими.

Вплив кольору на відчуття людини багаторазово підтверджений дослідженнями та експериментами фізіологів і психологів. М. Дерєбіре так описує вплив кольору на психіку та фізичний стан людини:

*зелений колір* – беззаспокійливий, гіпнотичний; він, впливаючи на нервову систему, знімає дратівливість, безсоння, втому, знижує кров'яний тиск і піднімає життєвий тонус;

*блакитний колір* – антисептичний; він ефективний при запаленнях і нагноєннях; чутливій людині блакитний колір допомагає більше, ніж зелений, але від його «передозування» виникають деяка втома й пригніченість;

*жовтогарячий колір* стимулює почуття й прискорює пульсацію крові, не впливаючи при цьому на кров'яний тиск; він має сильну стимулюючу дію, створює почуття благополуччя та радості, але довге його споглядання може людину втомлювати;

*жовтий колір* впливає на роботу мозку і тому ефективний при розумовій втомі, недостатності;

*червоний колір* має теплоту; він, як і жовтий, стимулює роботу мозку, ефективний при меланхолії, але водночас і подразнює нервову систему;

*фіолетовий колір* відтерміновує настання втоми, позитивно впливає на роботу серця, легенів й кровоносні судини.



Важливим є дотримання вимог щодо врахування фізіологічних особливостей людини в сприйнятті **кольорів і форм** у навчально-виховному процесі.

Під час створення презентацій слід брати до уваги, що:

1. *стимулюючі (теплі)* кольори сприяють збудженню та діють як подразники (у порядку зростання інтенсивності впливу: жовтий – контактуючий, променистий; оранжевий – теплий, затишний; червоний – вольовий, життєстверджуючий);
2. *дезінтегруючі (холодні)* кольори заспокоюють, викликають сонливий стан (у порядку зростання інтенсивності впливу: яскраво-синій, зелений – веде в простір, спрямовує; синьо-зелений підкреслює рух, мінливість; блакитний, синій – підкреслює дистанцію; фіолетовий – поглиблений, важкий);
3. *пастельні (нейтральні)* кольори (у порядку зростання інтенсивності впливу): пастельно-зелений – лагідний, м'який; бузковий – замкнений, ізольований; рожевий – ніжний, має ефект таємничості; сірувато-блакитний – стриманий);
4. *статичні* кольори врівноважують, відволікають від інших збуджуючих факторів (у порядку зростання інтенсивності впливу: пурпурний – вишуканий, претензійний; жовто-зелений – оновлюючий, такий, що розкріпає; маслиновий – заспокійливий, зм'якшуючий; чисто-зелений – вимогливий, освіжаючий);
5. *теплі темні тони* (коричневі) стабілізують подразнення і діють в'яло, інертно: темно-коричневий – пом'якшуючий збудливість; коричневий, землистий – стабілізуючий; охра – пом'якшуючий подразнення;
6. *холодні темні кольори*, що ізолюють і пригнічують відчуття: темно-сірі, чорно-сині, темно-зелено-сині;
7. кольори *глухих* тонів: сірі – не викликають подразнення, білі – гасять його, чорні – допомагають зосередитися.

Зважаючи на мету, завдання, структуру, тип уроку тощо, вчитель повинен добирати такі кольори для презентації, щоб дія їх на органи чуття підсилювала позитивний ефект від сприймання змісту слайду та сприяла якісному та глибокому засвоєнню навчального матеріалу. При цьому доцільним є врахування таких факторів:

- 1) поєднання двох кольорів на слайді – кольору знака і кольору тла – суттєво впливає на зоровий комфорт; слід брати до уваги, що деякі поєднання кольорів не тільки стомлюють зір, але й можуть спричинити стрес (наприклад, зелені символи, що зображені на червоному тлі);
- 2) найкраще поєднання кольорів *шрифту* й *тла*: білий шрифт на темно-синьому тлі, чорний шрифт на білому тлі, жовтий – на синьому;
- 3) кольорова гама має бути однаковою для всіх слайдів;
- 4) фоновий малюнок на слайді, що не стосується навчання, втомлює очі та знижує ефективність сприймання повідомлень;
- 5) чіткі, яскраві малюнки, навіть якщо їх багато, але вони швидко змінюються, легко сприймаються на підсвідомості та швидко запам'ятовуються;
- 6) другорядний об'єкт, особливо рухливий (анімаційний), знижує швидкість і якість сприймання матеріалу, відволікає увагу та порушує її динаміку;
- 7) кольоровий контраст зображення і тла повинен бути на найвищому рівні, зокрема слід забезпечити контрастність зображення понад 60 %. При цьому необхідно зважувати на те, що яскраво-червоний колір найкраще сприймається тільки при високій яскравості зображення, зелений відтінок – у середньому діапазоні яскравості, жовтий – у широкому діапазоні, а синій – при низькій яскравості.

Під час створення візуальних форм, і зокрема презентацій, слід враховувати стійкі образи (асоціації, символи тощо), що утворилися у свідомості людини внаслідок сприймання навколишнього світу та супроводжуються емоціями.

Так, психологи зауважують, що об'єкти, які розміщені на вертикалі, за умови відсутності додаткових поділів і розчленувань, сприймаються людиною непорівняними, нескінченними, легкими і такими, що спрямовані вгору. Потовщення в нижній частині вертикалі або наявність горизонтальної підставки робить її стійкішою. Горизонталь зазвичай асоціюється з надійністю, стабільністю. Діагональ символізує динаміку, рух і розвиток. Тому для досягнення стійкості, статичності, урочистості композицію слід будувати на горизонталях і вертикалях. Якщо для слайду важливими є рух, мінливість, нестабільність, зміна, то основою композиції повинні бути діагоналі. Слід брати до уваги, що горизонтальна композиція виглядатиме ґрунтовнішою та важчою у порівнянні з вертикальною.

Прояв перелічених психолого-фізіологічних особливостей сприйняття образів залежить також і від співвідношення сторін прямокутників, що є рамками для тексту, картинок, рисунків тощо, і від розміщення матеріалу всередині них.

### Література

1. Морзе Н.В., Дементієвська Н.П. Проектування, створення та використання навчальних мультимедійних презентацій як засобу розвитку мислення учнів [Електронний ресурс] // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2007. – № 1(2). – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/em2>.

**Підгорна Т.В.**

НПУ імені М.П. Драгоманова

### Вивчення кристалографії в курсі НІТ для майбутніх вчителів хімії

Одним з розділів кристалографії є кристалохімія - наука про просторове розміщення структурних частинок (молекул, атомів, йонів) у кристалах та залежність фізико-хімічних властивостей кристалічних речовин від їх структури [1]. Дослідження в галузі цієї науки здійснити досить складно в умовах навчальних закладів, тому одним із шляхів здійснення таких досліджень є застосування комп'ютерних моделей.

Кристалографічні дані зберігаються в CIF-файлах (Crystallographic Information File). CIF - стандартний формат текстового файлу для збереження кристалографічних даних. Даний стандарт було розроблено Міжнародним союзом кристалографії (IUCr). CIF-файли можуть містити такі відомості:

- дані про просторове розташування атомів (експериментальні дані);
- кристалографічні параметри;
- рентгенограми;
- відомості про авторів, джерело тощо.

Зміст CIF-файл можна переглядати в текстовому редакторі.

Для візуалізації кристалічних структур використовують спеціальні програми, прикладом якої є програма Mercury, яка розроблена Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) (Кембриджський

кристалографічний центр даних). За допомогою Mercury можна візуалізувати молекулярні структури та здійснювати дослідження цих структур. Базова версія Mercury є безкоштовною і завантажити її можна з сайту компанії за веб-адресою [http://www.ccdc.cam.ac.uk/free\\_services/free\\_downloads/](http://www.ccdc.cam.ac.uk/free_services/free_downloads/).

Вікно програми (Рис. 1):

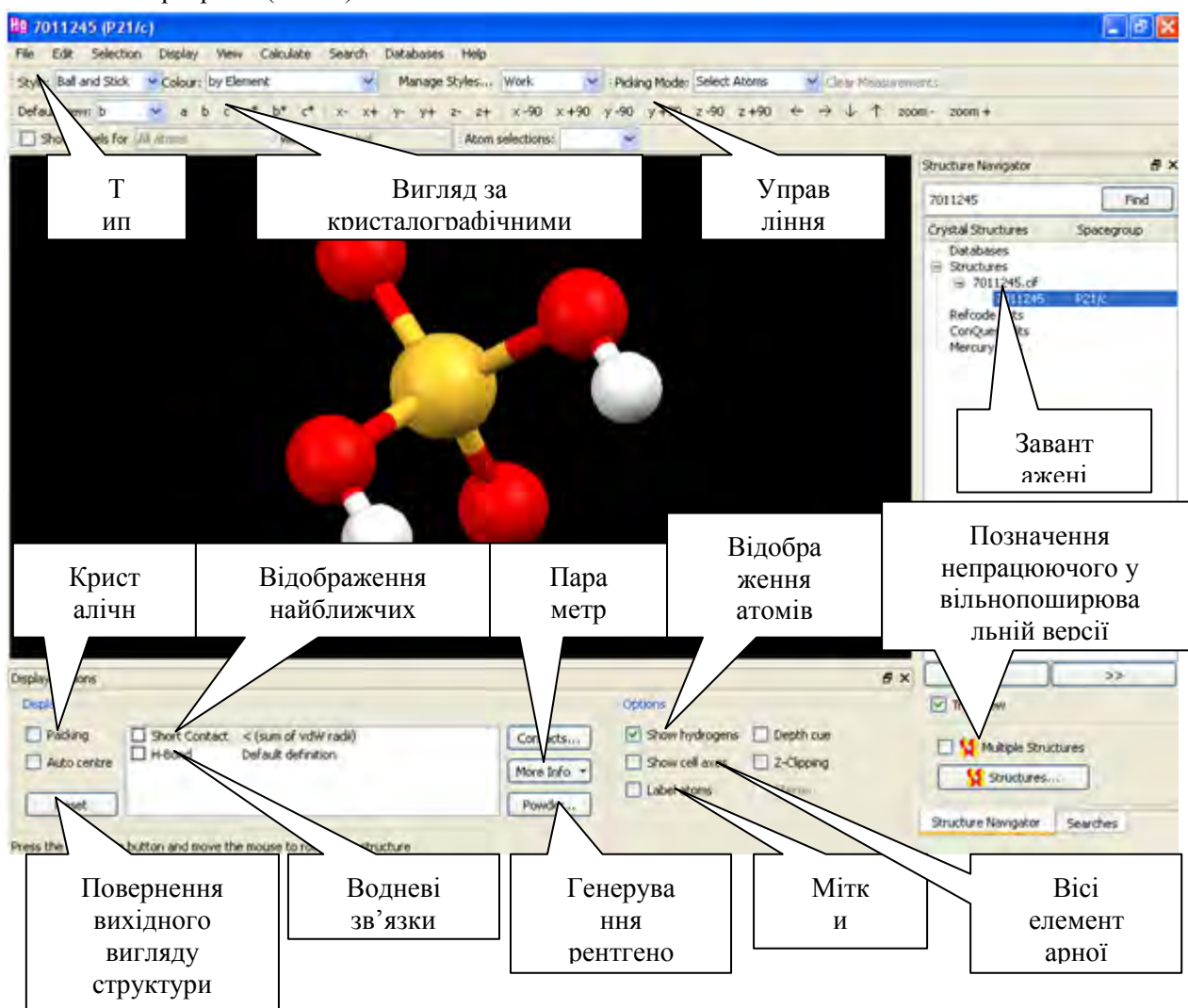


Рис. 1

Основні функції вільнопоширювальної версії програми:

1. Різні стилі відображення молекулярної структури та її «обертання» в просторі (Рис. 2).



Рис. 2

2. Відображення міток з різними відомостями для груп об'єктів (Рис. 3).

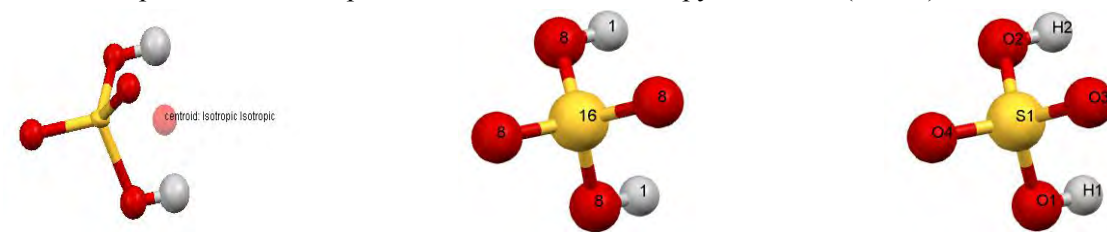
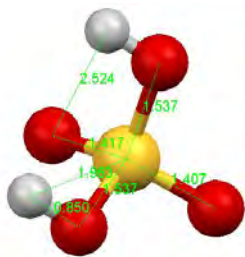
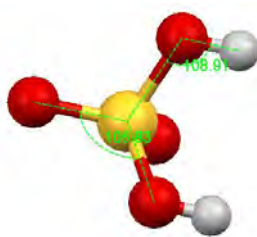


Рис. 3

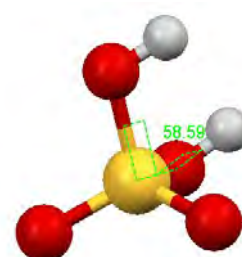
3. Вимірювання геометричних параметрів (Рис. 4).



Відстань між атомами



Величину кута, що утворено трьома атомами



Двогранний кут між площинами, що визначаються чотирма атомами

Рис. 4

4. Перегляд числових та деяких інших параметрів структури (Рис. 5)

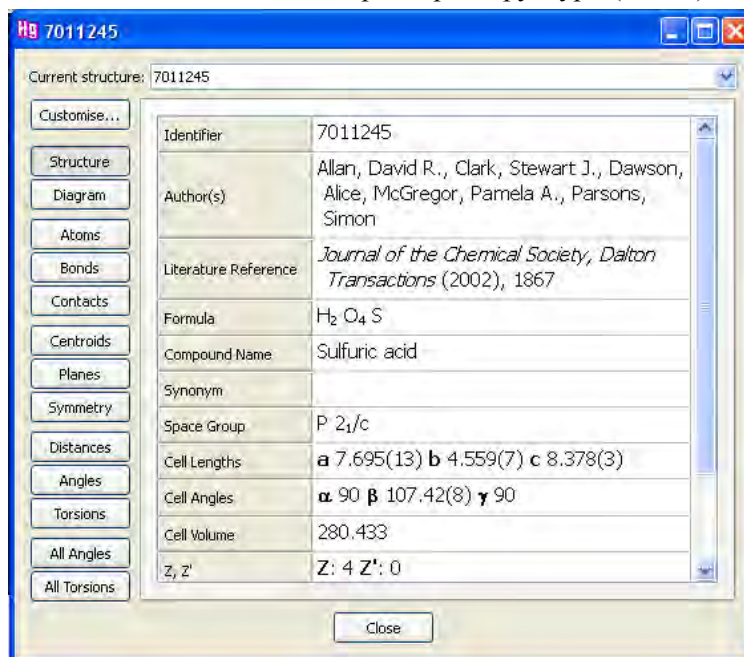


Рис. 5

5. Побудова площин за методом найменших квадратів та площин Міллера (Рис. 6).

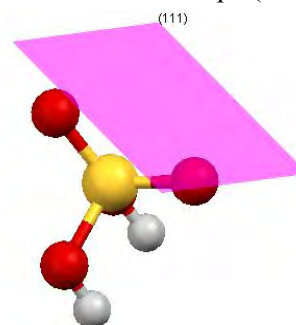
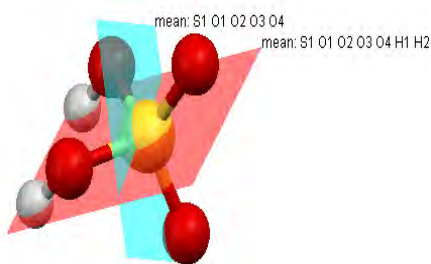


Рис. 6

6. Відображення стереоцентру для зазначених молекул (Рис. 7).

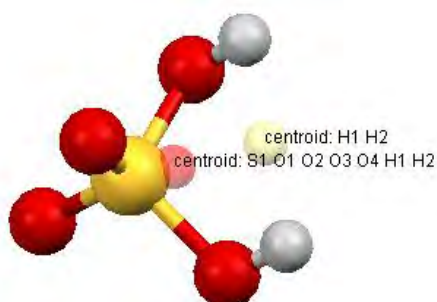
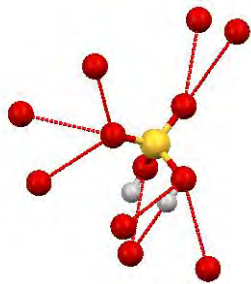
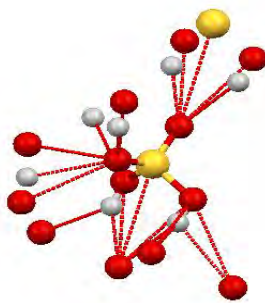


Рис. 7

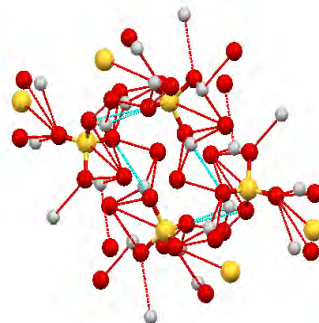
7. Відображення міжмолекулярних та внутрішньомолекулярних водневих, коротких та зазначених користувачем зв'язків (Рис. 8).



Водневі зв'язки



Короткі зв'язки



Міжмолекулярні зв'язки

Рис. 8

8. Створення і відображення ланцюга молекул за певним напрямом (Рис. 9).



Рис. 9

9. Відображення рентгенограми речовини (Рис. 10).

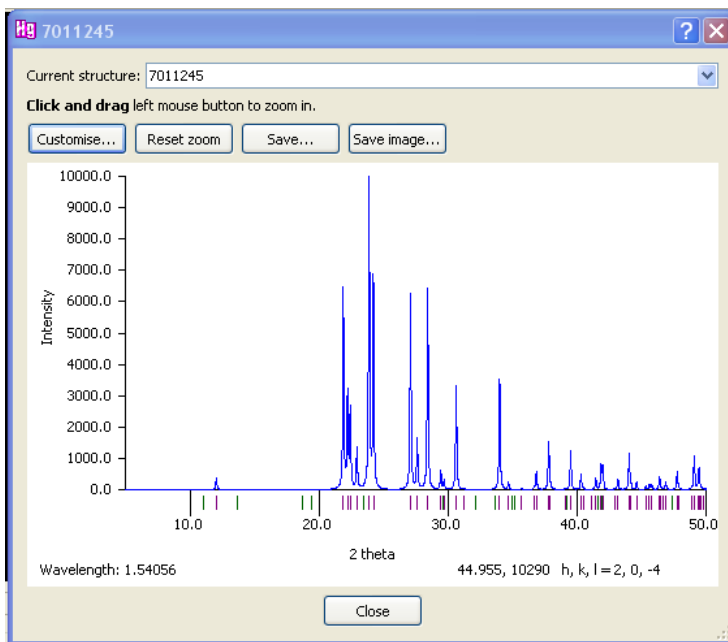


Рис. 10

10. Відображення елементарної комірки; вмісту елементарної комірки з будь-якою кількістю молекул, що розташовані в різних напрямках; шарів кристалу (рис. 11).

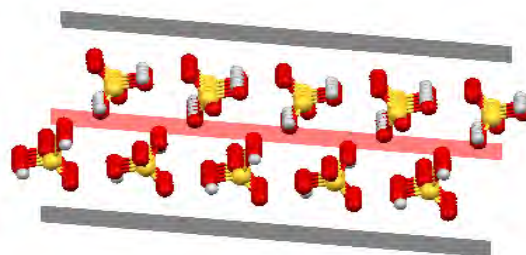
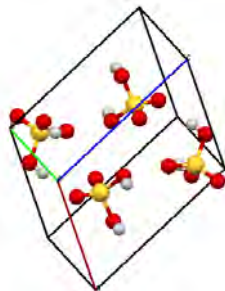
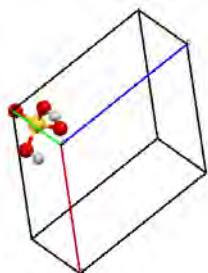


Рис. 11



Відомості про структуру речовини у вигляді CIF-файлів зберігаються в базах даних. За допомогою таких бази даних за відповідним запитом можна з'ясувати: рік написання, авторів, назву і зміст статті; переглянути і зберегти cif-файл молекули речовини, про яку йде мова в статті, з'ясувати різні геометричні параметри молекули речовини. Розглянемо приклади таких некомерційних баз даних.

Inorganic Crystal Structure Database (ICSD) – найбільш повний архів кристалографічних даних про неорганічні речовини. Доступ до демонстраційної версії <http://icsd.ill.eu/icsd/index.php> (Рис. 12).

Рис. 12

Поля запиту:

<i>Ім'я поля</i>	<i>Призначення</i>
Authors/Code	Ім'я автора або код ICSD
Years	Рік видання
Journal	Код журналу або частина його назви
Title/Comment	Слова в назві статті або в коментарях
Elements	Перелік елементів, що містяться в речовині
Element Count	Кількість елементів в речовині
Chem/Mineral Name	Назва речовини (C= хімічна назва, M= назва мінерала, G= назва групи)
ANX/Pearson/S.Type	ANX формула, символ Пірсона або тип структури
Cell Size/Mass	Розмір елементарної клітинки
System	Система (за симетрією кристала)
Laue Class	Симетрія Лауе Класу
Centering	Центр семетрії
Space Group	Просторова група
Wyckoff Sequence	Послідовність Уйакоффа
Remarks	Примітки
Min. Distance	Мінімальна відстань між атомами
Distance Select	Виділена відстань між атомами (недоступно в демонстраційній версії)
Distance Range	Діапазон відстаней між атомами(недоступно в демонстраційній версії)
Co-ordin.	Координати(недоступно в демонстраційній версії)

Crystallography Open Database (COD) – безкоштовна база даних кристалографічних даних (Рис. 13). Доступ до даних [www.crystallography.net](http://www.crystallography.net).

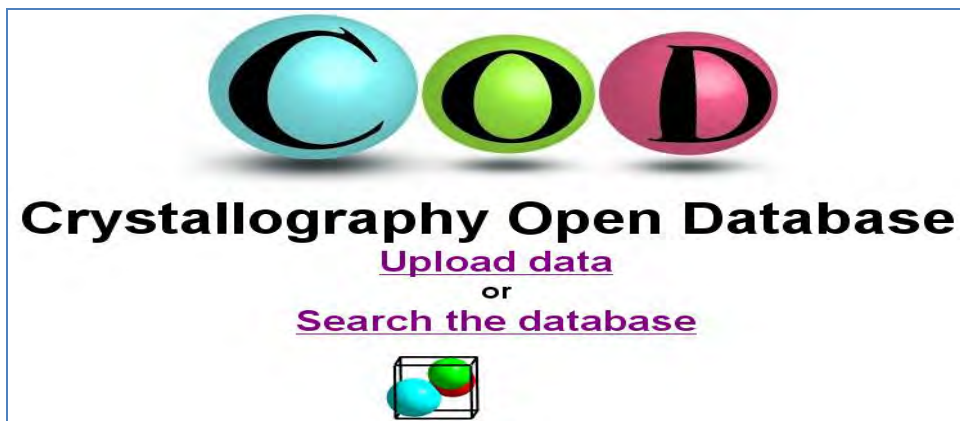


Рис. 13

Поля бази даних

<i>Ім'я поля</i>	<i>Призначення</i>
text (1 or 2 words)	<i>текст (1 або 2 слова)</i> – автори, або/і назва статті, або/і назва журналу, або/і назва речовини
1 to 8 elements	від <i>1 до 8 елементів</i> – назва елементів (через пропуск можна вказати кількість атомів в молекулі)
NOT these elements	<i>Відсутній елемент</i> – елемент, якого не повинно бути в молекулі
volume min and max	<i>Мінімальний і максимальний об'єм</i> елементарної клітинки
strict number of elements	<i>Певна кількість елементів</i> в молекулі

Для опанування зазначених програм і баз даних студентам пропонувались такі практичні завдання:

1. Вивчення програми Mercury

1.1. Визначити між'ядерні відстані, кути між зв'язками, двогранні кути в молекулах сульфатної кислоти та хлориду натрію (Рис. 14).

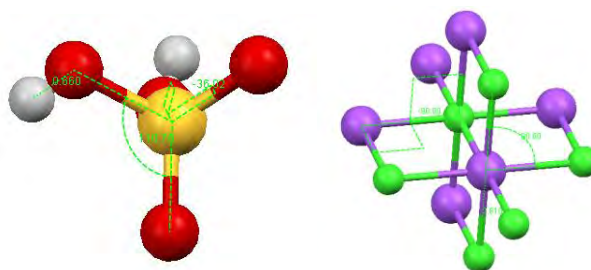


Рис. 14

1.2. Визначити кут між атомами гідрогену, довжину зв'язку між атомами гідрогену та кисню, водневого зв'язку в молекулі води (Рис. 15).

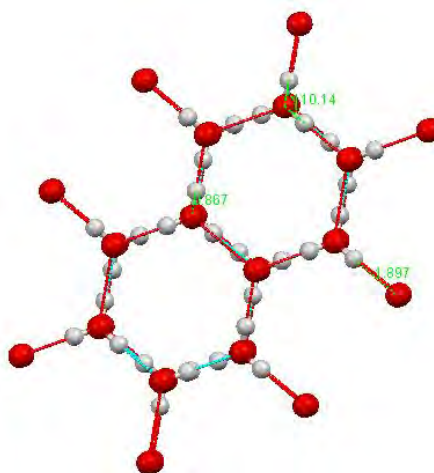


Рис. 15

1.3. Визначити для молекули фулерену (Рис. 16): з яких циклів утворено дану молекулу, довжини зв'язків і кути між ними для двох видів циклів, положення стереоцентру, діаметр молекули.

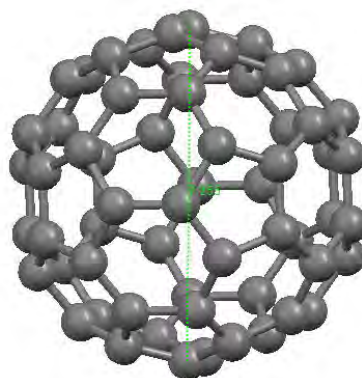


Рис. 16

2. Робота з базою даних **Inorganic Crystal Structure Database**

2.1. Знайти відомості про гіпс (запит потрібно вводити англійською мовою).

2.1.1. Визначити джерело відомостей і рік публікації.

2.1.2. Визначити довжини зв'язків, величини кутів між ними, двогранні кути між площинами, що утворені атомами.

2.2. Знайти відомості про гідроксиди задаючи наступні запити і заповнити таблицю

<i>Запит</i>	<i>Отримані результати</i> (кількість знайдених документів, навести приклади формул речовин)
<i>Elements O H</i>	
<i>Elements H O</i>	
<i>Elements H O, Element count 3</i>	
<i>Elements H2 O2, Element count 3</i>	
<i>Elements H2 O2 Ca, Element count 3</i>	

2.3. Знайти відомості про сірчану кислоту.

2.3.1. Зберегти всі знайдені сіф-файли.

2.3.2. Переглянути їх і порівняти структуру молекул. Пояснити отримані результати.

3. Робота з базою **Crystallography Open Database**:

3.1. Знайти відомості про речовини, що містять гуанін, задаючи наступні запити і заповнити таблицю

<i>Запит</i>	<i>Отримані результати</i> (кількість знайдених документів, навести приклади формул речовин)
<i>text (1 or 2 words) guanine</i>	
<i>text (1 or 2 words) guanine 1 to 8 elements N</i>	
<i>text (1 or 2 words) guanine 1 to 8 elements N H</i>	
<i>text (1 or 2 words) guanine 1 to 8 elements N H O</i>	
<i>text (1 or 2 words) guanine 1 to 8 elements N H O C</i>	
<i>text (1 or 2 words) guanine 1 to 8 elements N H O C strict number of elements 4</i>	
<i>text (1 or 2 words) guanine 1 to 8 elements N5 H O C strict number of elements 4</i>	

3.2. Зберегти всі файли, знайдені за останнім запитом.

3.2.1. Порівняти отримані структури і зробити висновки.

4. Домашнє завдання

- 4.1. Використовуючи бази даних **ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)** і **COD (Crystallography Open Database)** знайти не менше ніж три речовини, що містять групу атомів відповідно до варіанта завдання (варіант залежить від номера прізвища в журналі викладача). Якщо кількість отриманих результатів про речовини, що містять відповідні групи атомів, велика, то добирати речовини для аналізу потрібно за зростанням кількості атомів в сполуці. Якщо не знайдено жодного результату, то дати відповідні пояснення
- 4.2. Зберегти CIF файли стосовно цих речовин в створеній папці.
- 4.3. Завантажити програму Mercury 2.3.
- 4.4. Використовуючи команду Display/More Information/Structure Information, визначити формулу і назву речовини.
- 4.5. Визначити геометричні параметри цих речовин: відповідні довжини зв'язків, кути між зв'язками і двогранні кути.
- 4.6. Порівняти отримані результати для однієї і тієї самої речовини, відомості про яку знайдено в різних базах даних.
- 4.7. Зробити відповідні висновки.
- 4.8. Отримані результати занести до текстового файлу.

**Структура текстового файлу:**

Прізвище ім'я, номер варіанта:

Група атомів в речовині:

Отримані результати:

<i>Група атомів</i>	<b>ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)</b>	<b>COD (Crystallography Open Database)</b>
Речовина 1		
Речовина 2		
Речовина 3		

Висновки:

**Варіанти завдань:**

<i>Варіант</i>	<i>Група</i>
1	PO <sub>4</sub>
2	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
3	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4	AlF <sub>3</sub>
5	HBr
6	NaO
7	FeCl <sub>3</sub>
8	NH <sub>3</sub>
9	KOH
10	NO <sub>2</sub>
11	NaOH

Вивчення розглянутого програмного забезпечення і баз даних студентами хіміками дасть їм можливість більш детально вивчати структуру молекул речовин, що дуже важко здійснити в умовах навчального закладу без використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

**Література**

1. Мала гірнича енциклопедія, т. 1 / За редакцією В.С.Білецького. – Донецьк: Донбас, 2004. – 640 с.
2. Mercury [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ccdc.cam.ac.uk/products/mercury/>.
3. ICSD for WWW [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://icsd.ill.eu/icsd/index.php>.
4. Crystallography Open Database [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.crystallography.net](http://www.crystallography.net).
5. А.А. Рагойша Информационные технологии в химии: Учебные материалы практикума. Ч. 2. Химическая структура [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abc.chemistry.bsu.by/2/default.htm>.

### Захист даних в безпроводних комп'ютерних мережах

Безпроводні комп'ютерні мережі – це технології, за допомогою яких можна створювати обчислювальні мережі, які повністю відповідають стандартам звичайних провідникових мереж (наприклад, Ethernet), без використання кабельних проводів. Як носії сигналів в таких мережах виступають радіохвилі СВЧ-діапазону.

Засоби і системи безпроводного зв'язку використовуються, як правило, в мережах, що включають також і провідникові (кабельні) засоби, за допомогою яких можна зручно, швидко і економічно розв'язувати проблеми, що виникають в процесі створення і модернізації кабельних мереж. Безпроводні засоби зв'язку не слід вважати повною альтернативою кабельним мережам, а лише альтернативною технологією для реалізації окремих сегментів (або цілих рівнів) в проєктованій, розширювальній або модернізованій локальній комп'ютерній мережі.

Безпроводні мережі використовуються там, де кабельна мережа не прокладена або неможливо її прокласти. Мережа, розгорнена відповідно до стандарту «RadioEthernet», є аналогом звичайної кабельної мережі Ethernet з колізійним механізмом доступу до середовища передавання даних. Різниця полягає лише в характері цього середовища. На базі «RadioEthernet» повністю забезпечуються всі потреби безпроводного передавання даних всередині приміщень.

При зовнішньому застосуванні «RadioEthernet» дуже зручно використовувати канал «остання миля» («остання миля» – канал, що сполучає кінцеве (клієнтське) обладнання з вузлом доступу провайдера) замість кабельних, тобто – для з'єднання між абонентом і найближчим вузлом основної мережі. При цьому реальна протяжність «останньої милі» може бути від кількох сотень метрів до 20-30 км і обмежена лише наявністю прямої видимості.

До недавнього часу створення офісних безпроводних мереж було зв'язано з необхідністю отримання дозволу місцевих органів влади. На початку 2002 року ситуація змінилася і тепер офісні безпроводні мережі можна створювати без дозволу на використання частот, досить лише налаштувати таку мережу.

Актуальною проблемою використання безпроводних мереж на сьогоднішній день є їх захист та способи захисту даних в них, оскільки комунікаційні сигнали при їх розповсюдженні через радіоефір доступні для перехоплення. Компанії і індивідуальні користувачі повинні усвідомлювати потенційно існуючі проблеми і приймати відповідні заходи.

Існує кілька форм загрози безпеці в безпроводних мережах (рис. 1). Так, хакери (hackers – особи, які користуються своїми знаннями для досягнення «нестандартних» цілей) можуть викрасти дані, отримавши неавторизований доступ до мережі, і навіть порушити роботу мережі.



Рис. 1.

#### Моніторинг трафіку.

Досвідчений хакер або навіть випадковий снупер (spooper – відстежувач, перехоплювач) може відстежити пакети даних в незахищеній безпроводній мережі, використовуючи такі програмні засоби, як AirMagnet і AiroPeek, за допомогою яких можна повністю розшифрувати вміст пакетів даних із безпроводної мережі. Наприклад, снупери, знаходячись в кількох сотнях метрів від будівлі, в якій функціонує безпроводна локальна мережа, можуть відстежити всі транзакції, що виконуються в

безпроводній частині мережі. Звичайно, основна загроза полягає в тому, що в результаті атаки хтось може оволодіти важливими даними – дізнатися імена користувачів, паролі, номери кредитних карт і т.д.

#### *Неавторизований доступ.*

Також можна здійснити моніторинг виконуваних в мережі програм і без особливих зусиль, якщо не прийнято належних запобіжних заходів, отримати доступ до безпроводної мережі, знаходячись поза приміщенням, де вона функціонує. Наприклад, дехто, сидячи неподалік в припаркованому автомобілі, може під'єднатися до однієї з розташованих у будівлі базових станцій. Якщо не забезпечений належний захист, така особа отримує доступ до даних, що передаються в безпроводній мережі. Це рівносильне появі незнайомця у будинку.

На жаль, багато установ розгортають свої безпроводні мережі, використовуючи конфігурацію базових станцій, встановлену за замовчуванням і не забезпечують потрібного рівня захисту, що зумовлює безперешкодний доступ до комп'ютерів мережі. Це означає, що хто завгодно може отримати доступ до жорстких дисків або скористатися під'єднанням до глобальної мережі Internet.

За допомогою сучасних операційних систем можна легко встановлювати під'єднання до безпроводних мереж, особливо до загальнодоступних. Коли комп'ютер (ноутбук) під'єднаний до безпроводної локальної мережі, його власник отримує доступ до будь-якого іншого комп'ютера (ноутбука), що під'єднаний до тієї самої безпроводної локальної мережі. Якщо на комп'ютері не встановлений персональний брандмауер, то хто завгодно може отримати доступ до вмісту жорсткого диска такого комп'ютера (ноутбука), а це велика загроза для безпеки даних.

Навіть якщо в безпроводній мережі задіяні механізми захисту, істотною загрозою є під'єднання до підставної точки доступу (rogue access point). Така точка доступу (access point – точка доступу, точка безпроводного доступу – це концентратор, в якому підтримується стандарт 802.11a або 802.11b, чи обидва, і через який забезпечується під'єднання безпроводних клієнтів до локальної мережі або Інтернет.) є неавторизованою точкою доступу під'єднання до мережі. Будь-який службовець може придбати пристрій для організації безпроводної мережі (точку доступу) і встановити його в своєму кабінеті, не розуміючи (чи навмисно), які будуть наслідки для безпеки мережі. Хакер також може розмістити точку доступу в будівлі, навмисно під'єднавши незахищену точку доступу до корпоративної мережі (Рис. 2).

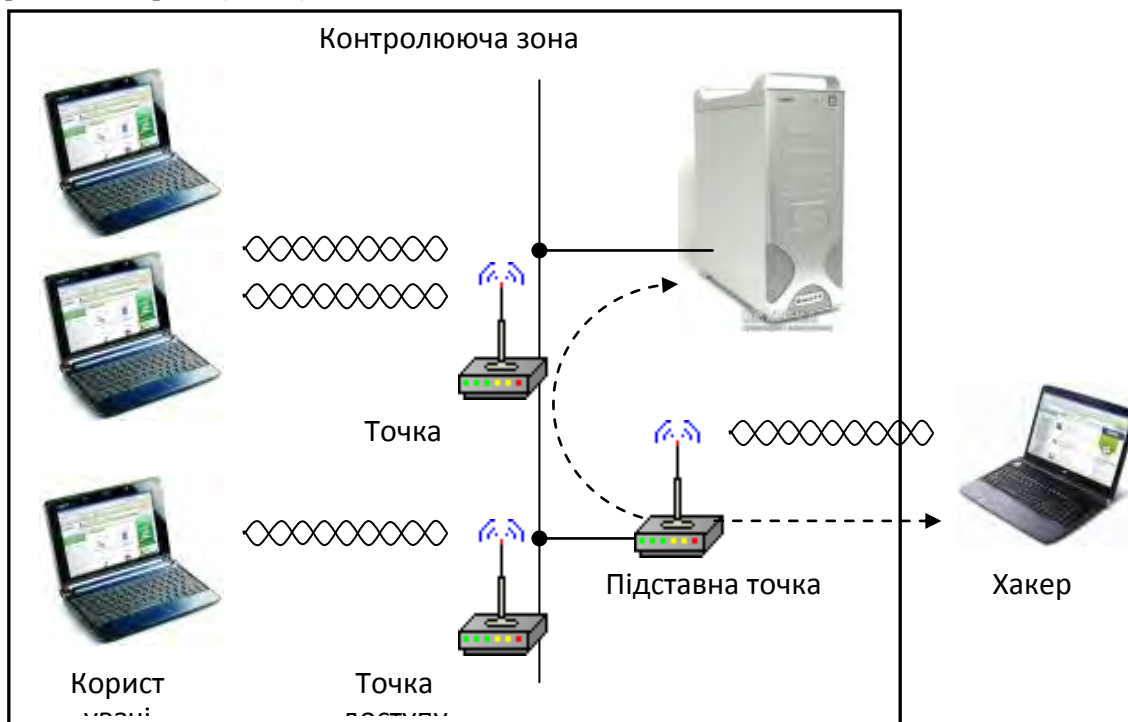


Рис. 2.

У підставній точці доступу, як правило, не активізується система шифрування і вона буде «відкритими дверима» для будь-кого, хто захоче отримати доступ до корпоративної мережі, знаходячись поза будівлею. Тому установи повинні постійно перевіряти наявність підставних точок доступу. Ця проблема актуальна незалежно від того, встановлена безпроводна мережа чи ні. Хтось може під'єднати підставну точку доступу і до повністю провідної мережі.

#### *Атака типу «людина всередині»*

Завдяки використанню механізмів шифрування і аутентифікації підвищується безпека безпроводної мережі, проте досвідчені хакери відшукують слабкі місця, знаючи, як працюють

протоколи мережі. Певну небезпеку представляють атаки типу «людина всередині» (man-in-the-middle attacks): хакер розміщує фіктивний пристрій між легальними користувачами і безпроводною мережею. Наприклад, при здійсненні стандартної атаки типу «людина всередині» використовується протокол перетворення адрес (address resolution protocol (ARP)), який використовується у всіх мережах Ethernet. Хакер, маючи необхідне програмне забезпечення, може, скориставшись ARP, отримати контроль над безпроводною мережею (Рис. 3).

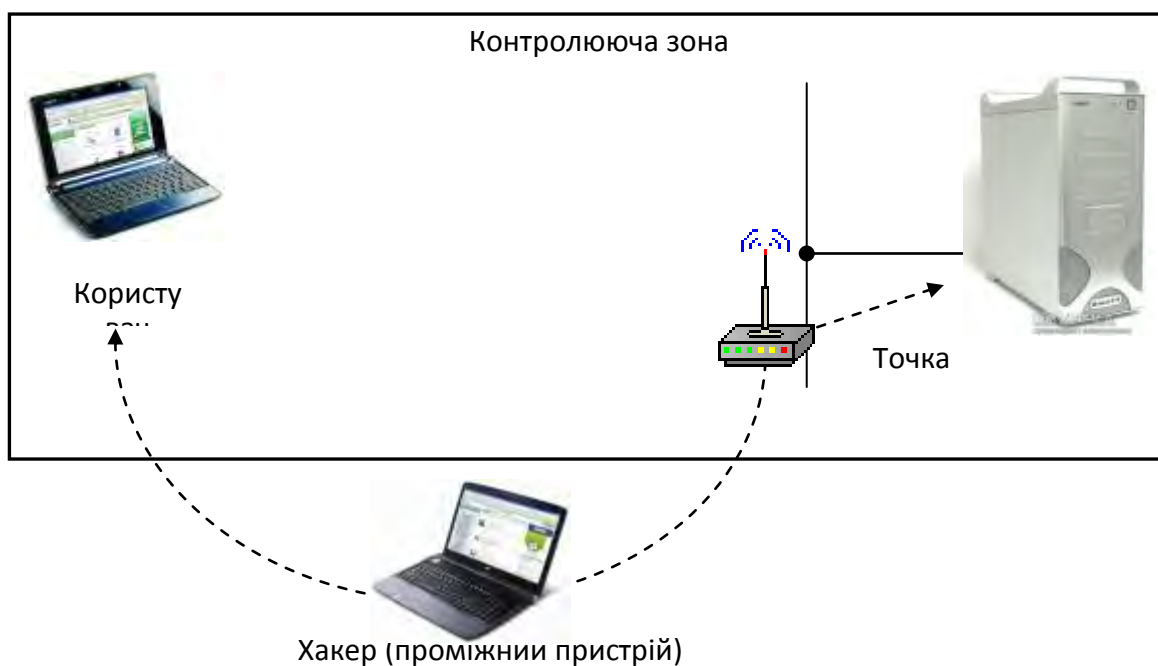


Рис. 3.

За допомогою ARP відправляються запити (як в провідниковій, так і в безпроводниковій мережі) через мережеву плату з метою виявлення іншої фізичної адреси, куди має прийти даний запит. Фізична адреса мережевої плати – це MAC (Media Access Control)-адреса, яка встановлюється на платі її виробником і відрізняється від адреси будь-якої іншої мережевої плати, тобто вона унікальна.

В прикладних програмах, за допомогою яких передаються дані, використовується IP (Internet Protocol)-адреса одержувача, а в мережевій платі, за допомогою якої передаються дані, використовується протокол ARP для виявлення відповідної фізичної адреси. Щоб отримати потрібну адресу одержувача, за допомогою мережевої плати розсилаються ARP-пакети, в яких оголошується IP-адреса мережевої плати одержувача. Всі комп'ютери мережі «чують» цей запит, і комп'ютер (мережева плата) з відповідною IP-адресою повертає пакет відповіді за протоколом ARP, що містить MAC і IP-адреси одержувача. Потім ця MAC-адреса додається в фрейм запиту в якості адреси одержувача і зберігається разом з IP-адресою в спеціальній таблиці на деякий проміжок часу (до тих пір, поки станція не отримає іншу MAC-адресу від комп'ютера, де є ця IP-адреса).

Проблема, яка виникає при використанні протоколу ARP, полягає в тому, що є небезпека для системи захисту даних за допомогою спуфінга (spoofing (спуфінг) – імітація з'єднання, отримання доступу обманним шляхом). Можна імітувати з'єднання між комп'ютерами, посылаючи на один з комп'ютерів через підставний мережевий пристрій фіктивний ARP запит, що містить IP-адресу дійсного мережевого пристрою і MAC-адресу підставного. Це приведе до того, що на всіх комп'ютерах мережі автоматично відновляться ARP-таблиці, які будуть містити помилкові дані. В результаті за допомогою комп'ютерів передаватимуться пакети до підставного пристрою, а не до дійсної точки доступу або маршрутизатора. Це і є класична атака типу «людина всередині», в результаті якої можна отримати доступ до управління сеансами зв'язку користувача, отримати паролі, важливі дані і навіть можна отримати доступ до корпоративних серверів, неначе вхід на сервери був здійснений з реального комп'ютера мережі.

Для запобігання такого роду атак з використанням спуфінга ARP розробники (наприклад, компанія OptimumPath) пропонують захищені ARP (secure ARP, SARP). Цей вдосконалений ARP забезпечує спеціальний захищений канал зв'язку («тунель») між кожним клієнтом і безпроводною точкою доступу або маршрутизатором, за допомогою якого ігноруються всі ARP-відповіді, не пов'язані з клієнтом, що знаходиться на другому кінці цього каналу зв'язку. Отже, тільки реальні ARP-відповіді будуть служити підставою для оновлення ARP-таблиць. Комп'ютери, на яких

використовується протокол SARP, захищені від спуфінгу. Проте для використання протоколу SARP на всіх точках доступу або маршрутизаторах потрібно встановити спеціальне програмне забезпечення, а це не завжди можливо реалізувати. Але можна встановити SARP на клієнтських пристроях (комп'ютерах, ноутбуках), забезпечивши захист мережі від атак типу «людина всередині».

#### *Атака типу «Відмова в обслуговуванні»*

Атака типу «відмова в обслуговуванні» (denial of service, DoS) – це атака, в результаті якої безпроводна мережа стає недоступною або її робота блокується. Можливість такої атаки потрібно враховувати при створенні і використанні безпроводних мереж. Серйозність DoS-атаки залежить від того, до яких наслідків може привести вихід з ладу безпроводної мережі. Наприклад, можна заблокувати безпроводну локальну мережу, розгорнуту в будинку, результатом цього буде лише неспокій власника. А відмова в обслуговуванні безпроводної мережі на підприємстві приведе до істотних фінансових втрат. Одним з різновидів DoS-атак є метод «грубої сили» (brute-force attack). Масове розсилання пакетів в мережі, при якому використовуються всі ресурси мережі, в результаті чого мережа переповнюється і блокується – це і є варіант DoS-атаки, виконаний за методом «грубої сили». У глобальній мережі Internet можна знайти програмні засоби, за допомогою яких можна викликати інтенсивне передавання пакетів в безпроводній мережі. Можна провести DoS-атаку за методом «грубої сили» шляхом відправлення пакетів серверу з інших комп'ютерів мережі. Це викликає істотні непродуктивні витрати ресурсів мережі і не дозволяє використовувати її пропускні характеристики користувачами цієї мережі.

Іншим методом припинення роботи більшості безпроводних мереж, особливо тих, в яких використовується метод виявлення мережі, є використання сильного радіосигналу, що «глушить» всі інші. Проте спроба проведення атаки на мережу з використанням сильного радіосигналу може виявитися вельми ризикованою, оскільки для проведення такої атаки потрібний потужний передавач, який повинен розташовуватися в безпосередній близькості від приміщення, в якому розгорнута безпроводна мережа. Власник мережі може виявити цей передавач, використовуючи засоби виявлення, що входять до складу мережевих аналізаторів. Після того, як джерело навмисних перешкод буде знайдено, його власникові доведеться припинити атаку. Іноді «відмова в обслуговуванні» безпроводної мережі виникає внаслідок ненавмисних дій. Так, мережі стандарту IEEE 802.11b (англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers – Інститут інженерів з електроніки та електротехніки, 802.11b – стандарт бездротових локальних мереж, заснований на безпроводному передаванні даних в діапазоні 2,4 ГГц) функціонують в переповненому спектрі частот, а такі пристрої, як радіотелефони, мікрохвильові печі і пристрої Bluetooth, можуть викликати істотне зниження продуктивності мережі цього стандарту.

Найбільш дієвим захистом від DoS-атак є розробка і дотримання таких правил безпеки:

- встановлення та оновлення брандмауерів;
- постійне оновлення антивірусних програмних засобів;
- встановлення останніх «латок» (оновлень), за допомогою яких ліквідують недоліки в системі безпеки операційної системи;
- використання довгих паролів;
- від'єднання мережевих пристроїв, які не використовуються.

Також забезпечити захист безпроводної мережі від атак типу «відмова в обслуговуванні» можна за допомогою зменшення проникнення радіосигналів ззовні в будівлю.

Наведемо деякі рекомендації, слідуючи яким, можна зменшити потік радіосигналів у приміщення:

- якщо внутрішні стіни будівлі мають металеві стійки і косяки, їх потрібно заземлити;
- потрібно встановити теплоізолявані, покриті мідною або металеву плівкою, вікна;
- замість жалюзі і занавісок можна скло металізувати;
- для внутрішніх і зовнішніх стін потрібно використовувати фарби з домішками металів;
- провести тестування, щоб визначити ступінь проникнення сигналу назовні. Також можна відрегулювати потужність передавача так, щоб повністю усунути витік сигналу або понизити його рівень до тих значень, при яких можна буде легко виявити хакера;
- використання направлених антен, за допомогою яких сигнал посиляється всередину приміщень.

Універсального способу протидії DoS-атакам всіх типів не існує. Тому, якщо в результаті атаки безпроводна мережа все ж таки вийшла з ладу, слід забезпечити перехід до пакетного опрацювання даних за допомогою провідникової мережі.

#### *Способи захисту даних в безпроводних мережах*

1. Фізичний захист безпроводних точок доступу.



Деякі точки доступу мають спеціальну кнопку «Reset», за допомогою якої можна повернути налаштування пристроїв за замовчуванням. В такому випадку пристрій не буде забезпечувати навіть мінімального захисту безпроводної мережі. Це зробить таку точку доступу уразливою. Тому слід забезпечити адекватну фізичну захищеність апаратного забезпечення точок доступу. Наприклад, не слід розташовувати точки доступу в загальнодоступному місці. Навпаки, її потрібно встановити в такому місці, щоб вона по можливості була непомітною. Деякі точки доступу не мають кнопки «Reset», але їх можна перезапустити за допомогою кабеля, який під'єднується до спеціального інтерфейсу (наприклад RS-232 – це стандарт інтерфейсу обміну даними між пристроєм передавання даних (точка доступу, модем) і комп'ютером шляхом послідовного передавання даних), використовуючи консоль. Щоб запобігти цьому, потрібно забезпечити фізичну недоступність цього спеціального інтерфейсу. Також не слід залишати точки доступу в місцях, де можна замінити реальну захищену точку доступу на незахищену, до якої може отримати доступ будь-який користувач. Тому слід приховувати, наскільки це можливо, точки доступу, щоб зловмисник не міг їх знайти. Якщо навчальний заклад (підприємство) велике, то потрібно скласти схему розміщення цих точок доступу, щоб їх можна було відшукати при потребі.

Ще одним дієвим способом зменшення ризику для безпеки точок доступу, якщо це можливо, є відключення точок доступу, які тимчасово не потрібні користувачам. Можна вимикати електроживлення кожної точки доступу, або якщо є можливість використовувати обладнання, управління електроживленням якого здійснюється через мережу, такі точки доступу можна вимикати і вимикати дистанційно.

## 2. Використання систем шифрування та аутентифікації.

Також слід звернути увагу на захист даних в безпроводних мережах. Для цього слід використовувати, як мінімум, шифрування цих даних. В процесі шифрування біти даних змінюються за допомогою секретного ключа. Оскільки ключ секретний, зловмиснику (хакеру) буде важко дешифрувати отримані дані. Тому за рахунок використання ефективних механізмів шифрування можна підвищити захищеність даних.

В сучасних точках доступу використовуються наступні методи шифрування даних:

- WEP (англ. Wired Equivalent Privacy) – стандарт захисту безпроводної мережі, заснований на методі потокового кодування з використанням алгоритму RC4 (з використанням загального секретного ключа). Існують варіанти шифрування з довжиною ключа 64, 128 і 256 бітів. Використання стандарту WEP для захисту мереж не можна вважати надійним способом гарантування безпеки. Проблема полягає в реалізації вибору вектора ініціалізації, що використовується як псевдовипадкова послідовність для шифрування даних.
- WPA (англ. Wi-Fi Protected Access) – один з стандартів безпеки, який використовується для захисту бездротових мереж. Створений для заміни застарілого протоколу WEP. Заснований на TKIP (Temporary Key Integrity Protocol – протокол тимчасової цілісності ключів), за допомогою якого ефективно вирішується проблема, що лежить в основі вразливості стандарту WEP – повторного використання ключів шифрування.
- AES (Advanced Encryption Standard) – стандарт симетричного блочного шифрування (довжина блоку – 128 бітів), підтримуються 128-розрядні ключі, але можуть підтримуватися і довші, 192- і 256-розрядні.

Для протидії з неавторизованим доступом до безпроводної мережі використовується метод аутентифікації, який здійснюється між клієнтськими пристроями і точками доступу. Аутентифікація (Authentication – аутентифікація, перевірка (підтвердження) істинності. Процес перевірки, що користувач, який намагається за допомогою комп'ютера одержати доступ до деякої категорії даних, комп'ютерної системи, обчислювальної мережі або електронної пошти, є тим, за кого себе видає) – це підтвердження ідентичності користувача або пристрою. У безпроводній мережі повинні застосовуватися методи, використання яких дозволяє у точці доступу упевнитися в ідентичності клієнта. Крім того, точки доступу повинні проходити процедуру аутентифікації на комутаторах, що виключає появу в мережі підставних точок доступу.

Недоцільно використовувати на точках доступу паролі, задані за замовчуванням. Паролі за замовчуванням добре відомі, тому хтось зможе з легкістю змінити параметри точки доступу на свою користь. Замість них потрібно задавати паролі, які важко підібрати. Непогано використовувати в паролях символи верхнього і нижнього регістрів, а також спеціальні символи. Також не слід забувати періодично змінювати паролі.

Отже, системи захисту безпроводних мереж – це один з найважливіших і складніших елементів налаштування безпроводних мереж. Здатність зловмисників відстежувати за допомогою спеціальних програмних засобів і пристроїв трафік, отримувати неавторизований доступ до ресурсів і викликати «відмову в обслуговуванні» безпроводної мережі для користувачів – це проблеми, які необхідно вирішувати при використанні безпроводних мереж. Використовуючи ефективні механізми аутентифікації і шифрування, можна істотно понизити небезпеку. Проте слід мати на увазі, що

необхідний рівень безпеки залежить від вимог, які ставляться до мережі. Рівень захисту, прийнятний для домашньої мережі, абсолютно не відповідає вимогам, що пред'являється до системи безпеки мережі підприємства (навчального закладу).

#### Список використаних джерел

1. Антонов В.М. Современные компьютерные сети. – МК-Пресс, 2005. – 478 с.
2. Джим Гейер Беспроводные сети. Первый шаг. – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, «Вильямс», 2005. – 176 с.
3. Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org>.

Шевчук П.Г.

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України

#### Програмно-технологічні умови використання мови C# для навчання програмування в загальноосвітніх навчальних закладах

Значний прогрес у сфері інформаційних технологій вимагає оновлення програмного забезпечення, що предметно вивчається і використовується в навчальному процесі. Інновації можуть принести позитивний ефект лише за умови їх належного психолого-педагогічного обґрунтування та науково-методичного супроводу процесу навчання. Упровадження новітніх апаратно-програмних засобів навчання спирається на відповідні матеріальні умови та фахову підготовку педагогів, педагогічних працівників, лаборантів [1]. Важливим для психолого-педагогічної науки є вирішення завдання аналізу та теоретичного обґрунтування програмно-технологічних умов використання сучасних мов програмування, що впроваджуються в навчальний процес. Постає проблема добору та актуалізації апаратного, програмного, інформаційно-дидактичного та іншого забезпечення навчального процесу середньої школи для ефективного використання сучасних мов у навчанні учнів програмування. Дослідження спрямоване на вирішення часткової проблеми – визначення необхідних вимог щодо складу і основних характеристик апаратно-програмного забезпечення для навчання програмування учнів загальноосвітніх навчальних закладів з використанням мови C# (читається «сі шарп»).

Програмно-технологічні можливості використання мов для навчання програмування в середніх загальноосвітніх навчальних закладах досліджуються в роботах М.І. Жалдака, Н.В. Морзе, С.А. Ракова, Ю.С. Рамського, С.О. Семерікова, О.М. Спіріна. Поряд із цим науковцями недостатньо висвітлено проблему програмно-технологічного забезпечення використання в школах новітніх мов програмування, зокрема мови C#.

У зв'язку з активним розвитком інформаційно-комунікативних технологій постійно розширюється перелік мов та середовищ програмування, що використовуються для навчання учнів загальноосвітніх шкіл. Зокрема в 11 класах планувалося, як обов'язкове, вивчення візуального програмування. Однією з мов програмування, що може претендувати на масове впровадження до вивчення в школах, є C#. Заснована на новітній програмній платформі Microsoft .Net Framework мова C# здобула потужну підтримку не лише фірми Microsoft, а й багатьох професійних колективів розробників. Її використання дозволяє знайомити дітей з об'єктно-орієнтованим програмуванням, писати програми як для консольного, так і для віконного виконання. Існує багато середовищ, в яких підтримується візуальне програмування мовою C# для різних операційних систем, зокрема Linux [2]. Вже накопичена, хоча і не значна, але позитивна практика впровадження мови C# до навчання в країнах Європейського союзу, в Китаї та Російській Федерації. І все ж для навчання програмування в загальноосвітніх закладах на основі цієї мови потрібно, насамперед, визначити необхідні для цього передумови.

Щоб забезпечити належне використання мови C# для навчання програмування в загальноосвітніх навчальних закладах, необхідно врахувати наступне:

- наявність та доступність середовищ програмування, доцільних до використання при навчанні програмування мовою C#;
- наявність операційних системи та додаткового програмного забезпечення, яке необхідне для повноцінного функціонування середовищ програмування, орієнтованих на вивчення мови C#;
- наявність та технічну готовність обчислювальної техніки, апаратні характеристики якої повинні відповідати вимогам, достатнім для повноцінної підтримки операційних систем, середовищ програмування, іншого програмного забезпечення, що може використовуватись для вивчення мови C#;
- рівень компетентності вчителів інформатики, необхідний для навчання програмування мовою C#.

Ці передумови сильно взаємопов'язані та взаємообумовлені. Середовища для програмування мовою C# функціонують під управлінням тих чи інших операційних систем. Використання операційних систем, як і середовища програмування потребує від комп'ютерної техніки певних апаратних характеристик. І нарешті, для використання техніки в навчально-виховному процесі вчителі інформатики та лаборанти комп'ютерних класів повинні мати відповідний рівень компетентностей, що стосуються використання комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення.

Компанія Microsoft розробила мову C# в кінці 1990-х років. Автором мови є Андерс Хейльсберг. Мова C# є складовою програмної платформи Microsoft .NET. В середині 2000 року була випущена альфа-версія мови. Хейльсберг, так само як автори мов C++ і Java, не створював нових наборів команд та правил побудови синтаксису, а використавши в якості фундаменту існуючі мови, зосередився на покращеннях та інноваціях. C# має багато спільного з широко вживаними та популярними мовами програмування C, C++, Java та PHP [3]. Сьогодні практично всі професійні програмісти знають ці мови, тому перехід до C# відбувається без особливих труднощів. Поряд із цим, знання, набуті при оволодінні мовою C#, безперечно знадобляться під час опанування іншими мовами програмування.

В останні роки мова C# стала активно використовуватись для навчання програмування. Існує надзвичайно багато one-line сервісів, що використовуються для надання допомоги всім бажаючим в оволодінні цією мовою програмування.

Розглянемо найбільш поширені нині середовища програмування мовою C#.

Microsoft Visual Studio Professional – найбільш повний та надзвичайно багатофункціональний пакет середовищ програмування для професійного використання. Можливість безкоштовного 90-денного використання цього середовища в якості пробної версії можна успішно застосовувати з навчально-ознайомчою метою.

Microsoft Visual C# Express Edition безкоштовна, практично повнофункціональна версія, що відрізняється від професійної лише незначним обмеженням функцій та неповними бібліотеками класів.

Sharp Develop – середовище розробки з відкритим кодом мовою C#. Інтерфейс Sharp Develop багато в чому подібний до інтерфейсу Microsoft Visual Studio, що практично прирівнює можливості використання цих середовищ для навчання програмування.

Mono Develop – кросплатформенне, вільно розповсюджене середовище програмування для програмної платформи "Mono". Mono – аналог платформи .Net Framework для операційних систем, відмінних від Windows, зокрема Linux. Відносно недавно платформа Mono та середовище Mono Develop отримали власні реалізації і для операційної системи Mac OS. Остання версія програми Mono Develop 2.4 може функціонувати під управлінням операційних систем: Windows XP, різних версій Linux, Mac OSX та інших. Завдяки сучасному інтерфейсу середовище Mono Develop також досить зручне для навчання програмування. Ще однією цікавою особливістю останніх версій платформи Mono та середовища Mono Develop є можливість використання проектів, підготовлених для платформи .Net, зокрема засобами Microsoft Visual Studio, для подальшої їх інтеграції в операційні системи типу Linux та Unix [4].

Дуже багато фірм, що спеціалізуються на розробці програмного забезпечення, пропонують власні середовища програмування мовою C#. Наприклад «Borland C# Editor» – середовище розробки від фірми Borland.

В навчальному плані цікавим є середовище Antechinus C# Editor. При роботі з цією програмою використовується встановлений в системі компілятор платформи .NET. Antechinus C# Editor підтримує усі версії .Net Framework і з нею можна працювати навіть під управлінням дещо застарілих, але дуже невибагливих до ресурсів операційних систем типу Windows 9x.

Більшість середовищ програмування мовою C# можна успішно використовувати для навчання програмування цією мовою, адже практично всі вони мають типовий віконний інтерфейс, загально прийняту систему редагування та запуску на виконання програм, в системах трансляції коду цих середовищ підтримуються основні стандарти мови.

Для всіх операційних систем сімейства Windows, починаючи від Windows 98, за умови, що в системі підтримується хоча б одна з перших версій Microsoft .Net Framework, існує можливість взагалі розробляти програми з використанням будь-якого, навіть найпростішого, текстового редактора. Код програми, написаний, наприклад, за допомогою редактора «Блокнот», можна компілювати безпосередньо засобами .Net. Компілятор мови програмування C# автоматично встановлюється в робочу папку платформи .NET Microsoft Framework і завжди може бути викликаний з командного рядка.

Варто зазначити, що існує значна кількість текстових редакторів, пристосованих для написання комп'ютерних програм. Для цього в них вбудовано так звану «підсвітку синтаксису», автоматичне завершення написання зарезервованих (службових) слів та інші спеціальні функції. Використання практично всіх з них дозволяє значно спростити написання програм мовою C#. Одним з досить популярних вільно поширюваних і безкоштовних редакторів такого типу є Notepad++. За допомогою іншого безкоштовного текстового редактора для програмістів PSPad editor взагалі можна підключати та використовувати компілятор мови C# безпосередньо засобами самого редактора [5].

Для використання всіх названих середовищ програмування та редакторів коду можна застосовувати операційні системи Windows XP, Windows Vista, Windows 7. Проте завдяки активному розвитку проекту «Mono» та підтримки в ньому середовища програмування мовою C# – Mono Develop, розробка програм цією мовою доступна нині з використанням практично всіх досить поширених сучасних операційних систем [4].

Окрім операційної системи, програмної платформи (.Net або Mono) та середовища програмування процес розробки і описування програм мовою C# практично не потребує додаткового програмного забезпечення. Проте під час навчання програмування можуть використовуватися деякі програмні засоби як загального призначення, так і спеціально розроблені для підтримки вивчення мови програмування C#. Прикладом програмного продукту, розробленого для допомоги у навчанні мови C#, може бути запропоноване фірмою Microsoft доповнення до пакету Visual Studio – Microsoft Visual Studio Learning Pack 2.0. Visual Studio Learning Pack (перші реалізації цієї програми носили назву Middle School Power Toy) – це програмний пакет, створений для школярів і студентів для допомоги у вивченні програмування [6].

Технічні можливості використання мови C# визначаються, здебільшого, саме вимогами до обчислювальної техніки. Як уже зазначалося, практично всі середовища програмування належно функціонують під управлінням операційної системи Windows XP, проте для кожного середовища розробники вказують особливі вимоги до комп'ютерного обладнання. Найвищими є системні вимоги при роботі з середовищем розробки Microsoft Visual Studio. Для однієї з найбільш поширених нині версій Visual Studio 2008 вони такі:

- операційна система: Windows Server 2003; Windows Vista; Windows XP;
- процесор з тактовою частотою 1,6 ГГц чи більше;
- оперативна пам'ять: не менше 384 Мб (для Windows Vista не менше 768 Мб);
- 2,2 Гб доступного місця на жорсткому диску;
- екран з роздільними характеристиками не нижче 1024 x 768 [7].

Для останньої версії Microsoft Visual Studio системні вимоги ще вищі. Visual Studio 2010 можна встановити в наступних операційних системах:

- Windows XP (x86) з пакетом оновлень 3 (SP3)
- Windows Vista (x86 і x64) з пакетом оновлень 1 (SP1)
- Windows 7 (x86 і x64)
- Windows Server 2003 (x86 і x64) з пакетом оновлень 2 (SP2)
- Windows Server 2008 (x86 і x64) з пакетом оновлень 2 (SP2)

Вимоги до обладнання:

- Процесор з частотою 1,6 ГГц або вище;
- 1024 МБ оперативної пам'яті;
- 3 ГБ вільного місця на диску;
- Відеоадаптер з підтримкою DirectX 9 і роздільними характеристиками 1280 x 1024 або вище [8].

Отже в більшості сучасних комп'ютерних класів, якими в останні роки забезпечуються вітчизняні школи, можна використовувати якщо не останню, то принаймні передостанню версію Microsoft Visual Studio. Проте для програмування мовою C# на комп'ютерах, що постачалися в школи до 2006 року, доречно використовувати середовище Sharp Develop. Воно менш вибагливе до ресурсів і остання його стабільна версія – Sharp Develop 3.2 може використовуватися на обладнанні, що відповідає мінімальним потребам операційної системи Windows XP:

- процесор з тактовою частотою 300 МГц чи більше;
- оперативна пам'ять: не менше 128 МБ;
- доступного місця на жорсткому диску 100 Мб [9].

В школах України незначна кількість комп'ютерних класів, комп'ютери яких все ще працюють під управлінням операційних систем Windows 98 чи Windows Me, і для яких вимоги щодо роботи в середовищі Sharp Develop 3.2 теж були б високими. Але і за таких умов є можливість знайомити учнів з мовою C#, використовуючи платформу Microsoft.NET версії 1.0.3705, та середовища, в яких

підтримується Sharp Develop v1.1 або Antechinus C# Editor. Функції найпростіших версій середовищ розробки і описування програми мовою C# достатньо навіть для поглибленого вивчення цієї мови на уроках інформатики в загальноосвітніх школах.

Як уже зазначалося, за умови використання операційних систем Linux чи Mac OS навчання програмування мовою C# можна здійснювати, використовуючи програмну платформу Mono та середовище програмування Mono Develop. Апаратні вимоги до такого використання у більшості випадків не перевищують ті, що необхідні для програмування з допомогою останніх версій Microsoft Visual Studio.

Хоча вимоги до рівнів компетентностей фахівців безпосередньо не відносяться до програмно-технологічних умов тих чи інших впроваджень – цей фактор, з огляду на визначену проблему, є дуже важливим. Для повноцінного використання наявних програмно-технологічних можливостей впровадження мови C# для навчання програмування в середніх загальноосвітніх навчальних закладах необхідні висококваліфіковані педагогічні кадри. Проблема полягає в тому, що більшість учителів інформатики не лише не знайомі з програмуванням з використанням мов з «С-подібним» синтаксисом, а й взагалі недостатньо обізнані з сучасними апаратно-програмними платформами типу .Net та Java. Проблема підготовки вчителів стоїть особливо гостро ще й тому, що переважна їх більшість навчає інформатики за сумісництвом і не в змозі приділити достатньо часу для ознайомлення та оволодіння відповідними технологіями програмування.

Наявні нині у вітчизняних школах програмно-технологічні можливості забезпечують умови, достатні для використання мови C# для навчання програмування. Вимоги, які ставить таке впровадження, не значно відрізняються від тих, що необхідні для навчання інших мов програмування, а в деяких випадках і суттєво нижчі.

Подальший розвиток платформ Microsoft .NET Framework, Mono та інших, де підтримується мова C#, проходить в напрямку зростання програмно-технологічних вимог, що в свою чергу має постійно досліджуватись та враховуватись під час навчання програмування учнів загальноосвітніх навчальних закладів.

Потребує подальших досліджень обґрунтування, розробка та удосконалення методичних систем і технологій навчання майбутніх учителів інформатики, орієнтованих на використання мови програмування C# та інших сучасних мов для навчання програмування.

### Література

1. Національна доктрина розвитку освіти. Указ Президента України від 17 квітня 2002 року N 347/2002. // Урядовий кур'єр – 2002. – 22 квітня.
2. C Sharp. Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. [Електронний ресурс] – 14.05.2010. – Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/C\\_Sharp](http://uk.wikipedia.org/wiki/C_Sharp).
3. Эндрю Троелсен. Язык программирования C# 2005 (Си Шарп) и платформа .NET 2.0 = Pro C# 2005 and the .NET 2.0 Platform: Пер. с англ. – 3-е изд. / Эндрю Троелсен. – М.: «Вильямс», 2007. – 1168 с.
4. Mono. Mono is a cross platform, open source .NET development framework. [Електронний ресурс] – 14.10.2010. – Режим доступу: [http://www.mono-project.com/Main\\_Page](http://www.mono-project.com/Main_Page)
5. Пилипчук О.П., вчитель інформатики Гаврилівської ЗОШ I-III ступенів Теофіпольського району Хмельницької області. Програмування на C#... без середовища. Як підключити компілятор до текстового редактора. / О.П. Пилипчук // Творча лабораторія вчителя інформатики. [Електронний ресурс] – 24.10.2010. – Режим доступу: <http://teachlab.ucoz.ua/publ/6-1-0-35>
6. Microsoft. Центр загрузки. Microsoft Visual Studio Learning Pack 2.0 [Електронний ресурс] – 11.10.2010. – Режим доступу: <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=ru&FamilyID=0ce3cbbd-7fc7-410b-8c2c-e18d1c60a6cd>
7. MSSOFT.RU. Програмное обеспечение. Системные требования: Visual Studio 2008 Professional. [Електронний ресурс] – 11.10.2010. – Режим доступу: [http://www.mssoft.ru/Makers/Microsoft/Visual\\_Studio\\_2008\\_Professional/SysReq/](http://www.mssoft.ru/Makers/Microsoft/Visual_Studio_2008_Professional/SysReq/)
8. Microsoft Visual Studio. Visual Studio 2010 Professional. Требования к программному обеспечению. Требования к оборудованию. [Електронний ресурс] – 23.10.2010. – Режим доступу: <http://www.microsoft.com/visualstudio/ru-ru/products/2010-editions/professional/system-requirements>
9. Microsoft Windows XP Professional Edition. Системные требования. [Електронний ресурс] – 23.10.2010. – Режим доступу: <http://www.microsoft.com/rus/smb/products/os/winxp/requirements.mspx>

### Навчання дискретної математики студентів інформатичних спеціальностей педагогічних університетів

Розвиток засобів інформатизації, інформаційних і телекомунікаційних технологій приводить до суттєвих змін у галузі освіти. Це вимагає переосмислення цілей, змісту, засобів, методів і форм підготовки вчителів інформатики; передбачає досягнення багатьох цілей, серед яких базовою є професійна спрямованість фундаментальної підготовки вчителя.

У зв'язку з цим відбувається переорієнтація цілей навчання, серед яких провідними є формування у студентів педагогічних навчальних закладів розуміння основних напрямів, провідних ідей, основних методів, від яких залежить розуміння основних понять і фактів, змісту і методів навчання інформатики в школі; формування інформаційної культури особистості, здібностей і прагнення адаптуватися до інформаційного середовища діяльності, яке швидко змінюється; пропедевтика подальшої підготовки протягом усього життя; навчання майбутніх вчителів будувати власну методику навчання інформатики учнів середніх загальноосвітніх закладів [4]. Отже, основними стають цілі, пов'язані з формуванням фундаментальних міждисциплінарних знань, найбільш стабільних і універсальних, при цьому прагматичні і вузькоспеціалізовані цілі стають другорядними.

Провідне місце в підготовці майбутніх вчителів інформатики мають зайняти загальнотеоретичні знання, що відрізняються великою кількістю внутрішніх і зовнішніх зв'язків. Неможливо дати студентові запас знань на все життя, неможливо навчити його всього, тому що не можна охопити різноманіття всіх життєвих обставин, науки і техніки в їх розвитку. Але можливо і необхідно навчити молоду людину вчитися, творчо володіти знаннями і розвивати їх. Для цього треба виділити і навчити її принципів, які лежать в основі предметної галузі "Інформатика", методів прийняття рішень і розвинути її мислення так, щоб вона могла творчо їх застосовувати.

Для успішного виконання своїх професійних обов'язків вчитель має володіти значним обсягом психолого-педагогічних знань, бути висококваліфікованим фахівцем у відповідній галузі науки, постійно займатися самоосвітою, мати широкий науковий кругозір і високий рівень загальної культури, бути здатним до прийняття творчих рішень в нестандартних умовах. Тому підготовка вчителя як провідника молодого покоління у життя заслуговує особливої уваги. Від рівня професійних якостей викладача інформатики залежать успіхи впровадження ІКТ в усі сфери життєдіяльності суспільства [5].

Учитель інформатики формує об'єктивне ставлення дитини до комп'ютера як потужного засобу при розв'язуванні різноманітних задач, закладає основи наукового світогляду і інформаційної культури учнів. Тому важливою є задача навчання понятійного і теоретичного апарату інформатики як фундаментальної науки. Підготовка вчителя має спиратися на теоретичні основи інформатики, які, незважаючи на велику різноманітність і удосконалення апаратних і програмних засобів, є незмінними. Мова йде про ті теоретичні питання, що не пов'язані з конкретними типами комп'ютерів і мов програмування [1]. До них належать, в першу чергу, дискретна математика, теорія алгоритмів, теорія формальних мов, проблеми штучного інтелекту, обчислювальна математика, теорія ймовірностей і математична статистика, теорія і методи оптимізації та ін.

Особливої уваги заслуговує проблема навчання елементів дискретної математики в шкільному курсі інформатики. Це зумовлено тим, що інформатизація і комп'ютеризація суспільства у II половині XX століття в значній мірі стимулювали розвиток дискретної математики, а більшість її методів та інструментів стали потужними засобами сучасних інтелектуальних систем, загальним надбанням наукової і освітньої спільноти.

Аналіз шкільних програм і навчальних посібників з інформатики свідчить, що в шкільному курсі знайшли відображення питання методології інформатики – обчислювальний експеримент, проведення якого на всіх етапах тісно пов'язано з формалізацією, а діяльність, пов'язана з побудовою формальної системи та її інтерпретацій, є однією з основних при використанні сучасних інформаційних технологій, що значною мірою спираються на методи дискретної математики.

Також в змісті шкільних курсів інформатики та математики в тій чи іншій мірі вивчаються такі питання теоретичної інформатики – теорія графів, дискретна оптимізація, рекурсивні функції і алгоритми, алгебра логіки, теорія алгоритмів, обчислювальна математика, лінійне програмування, математичне моделювання, теорія кодування та ін. Велику кількість цих питань студенти інформатичних спеціальностей педагогічних університетів вивчають в курсі дискретної математики.

Знання дискретної математики сприяє підвищенню науково-теоретичного рівня навчання інформатики, розумінню міжпредметних зв'язків інформатики та математики, розумінню сутності

інформаційного моделювання та прикладної і практичної спрямованості навчання математики, вихованню у студентів високого рівня інформаційної культури, формуванню наукового світогляду.

В документах ЮНЕСКО вказується на те, що потрібен перегляд всієї системи навчання математичних наук з посиленням ролі дискретної математики [7].

Питання включення елементів дискретної математики у шкільну програму не нове, і хоча давно є предметом обговорення, до цього часу не отримало задовільного розв'язання. Це пояснюється рядом причин: відсутністю досвіду, традицій, підручників, посібників, дидактичних матеріалів, методичних розробок, скороченням навчальних годин і, що найважливіше, невідповідністю вчителів.

Потребу в знаннях з дискретної математики відчули і вчителі спеціалізованих шкіл, ліцеїв, гімназій, коледжів. Організувати повноцінну науково-дослідну роботу учнів можна лише на цікавому й доступному матеріалі, навчання якого сприяє самостійним дослідженням. Невичерпним джерелом саме такого матеріалу і є галузь дискретної математики.

Дискретна математика є потужним підґрунтям для розробки методів і засобів розв'язування задач, які відносяться до широкого спектру проблем. Її методи та інструменти використовуються в дослідженнях з соціології, психології, економіки, теорії ігор, логіки, програмування, теорії ймовірностей, квантової механіки, хімії, статистичної механіки, кристалофізики, медицини, електро- та радіотехніки, лінгвістики, теорії розкладів, питань оптимізації, транспортних мереж і потоків та ін.

Навчання дискретної математики студентів інформатичних спеціальностей сприяє формуванню в них базового рівня знань, необхідного для вивчення інших дисциплін, таких як “Теорія ймовірностей та математична статистика”, “Архітектура ЕОМ, систем та мереж”, “Комп’ютерне моделювання”, “Технологія розробки програмних продуктів”, “Основи алгоритмізації та програмування”, “Теорія алгоритмів”. Пригначення такого курсу – навчити систематизації, узагальнення, структурування знань та відомостей, їх адекватних застосувань.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій розширює сферу прикладних досліджень, у яких все більше застосовується апарат дискретної математики. На сучасному етапі вона перетворилася на дуже важливу і потрібну наукову дисципліну, особливо у сфері сучасної освіти. Дискретна математика вивчається у всіх вищих навчальних закладах, де здійснюється підготовка фахівців в галузі інформатики, математики, а також економічних, технічних і гуманітарних напрямків.

Змінюється номенклатура математичних знань. Через програмування і побудову інформаційних моделей в змістову частину математики входять абстракції людської діяльності, властивості штучних і живих систем. Все це підсилює роль і місце дискретної математики серед інших наук. На перше місце виходить вивчення зв'язку між дискретним і неперервним.

Є очевидним той факт, що успішна реалізація методичної системи фундаментальної підготовки майбутніх вчителів інформатики неможлива без їх серйозної підготовки в галузі дискретної математики.

На жаль, до цього часу межі предмета дискретна математика чітко не окреслені. До того ж математика, якою користуються представники гуманітарних спеціальностей, часто не схожа на ту, яку вивчають інженери.

Згідно навчальних планів, більшість часу у підготовці з математики студентів інформатичних спеціальностей витрачається на ті її розділи (інтегральне і диференціальне числення), які є математичними моделями механічних явищ, і в той же час недостатньо приділяється уваги не менш важливим математичним моделям інформаційних, економічних, біологічних та інших процесів, які вивчаються саме в курсі дискретної математики.

Традиційно до дискретної математики відносять такі області математичного знання, як комбінаторика, теорія чисел, математична логіка, теорія алгебраїчних систем, алгоритми та абстрактна теорія автоматів, формальні граматики та мови, теорія кодування, скінченні графи та мережі, різницеве числення, дискретна теорія ймовірностей і математична статистика та інші.

Дискретна математика має тісний зв'язок з багатьма іншими дисциплінами. Кібернетичні галузі використовують як апарат мову фундаментальної та прикладної математики. Методи дискретної математики, часто використовуються в інформатиці. Теоретична інформатика вивчає математичні методи для побудови і вивчення моделей опрацювання, передавання й використання даних. Вона є як джерелом задач, так і полем застосувань методів дискретної математики.

Досягнення математичної логіки використовуються для аналізу процесів опрацювання даних за допомогою ЕОМ.

В теорії автоматів розробляються методи, за допомогою яких можна вивчати процеси, що відбуваються в комп’ютері. Для цього дані подають у дискретній формі, а види цих форм вивчаються

в теорії інформації. Формалізація будь-яких даних, реально існуючих в живій і неживій природі, відбувається через моделювання, зокрема комп'ютерне.

В системному аналізі вивчаються структури реальних об'єктів і способи їх формалізованого опису. В загальній теорії систем, як частині системного аналізу, вивчаються різні за характером системи з загальних позицій. В теорії масового обслуговування вивчається широкий клас моделей передавання і опрацювання даних в системах масового обслуговування [6].

Нині знайшла широке застосування наука семіотика, в якій досліджуються знакові системи різної природи. Розрізняючи поняття знака і знакової ситуації, семіотика поділяється на такі розділи, як синтактика (досліджує зв'язки між знаками), семантика (вивчає відношення між знаком та його смислом), сигматика (вивчає відношення між знаком та об'єктом відображення) і прагматика (вивчає стосунки між учасниками комунікації). Синтаксичний аспект даних, пов'язаний зі структурними та статистичними оцінками, в основному розглядається в інформатиці та обчислювальній техніці. Сигматичний аспект розглядається в теорії сигналів і кодування. Знакові системи завдяки своїй гнучкості придатні для забезпечення різноманітних запитів користувачів. Функціональна єдність семантики та прагматики має широкі перспективи: з'являється можливість встановлення аналогій між функціонуванням систем природного та штучного походження.

Яскравим прикладом взаємозв'язків природничих, суспільних і технічних наук є розробка лінгвістичного забезпечення комп'ютеризації.

За допомогою імітаційного моделювання створюються і використовуються спеціальні прийоми відтворення процесів, що відбуваються у реальних об'єктах.

Теорія прийняття рішень вивчає загальні схеми, що використовуються при виборі рішення з альтернативних можливостей (в умовах невизначеності). Теорія ігор вивчає моделі, в яких вибір відбувається в умовах конфлікту. Математичне програмування за допомогою математичного апарату вивчає питання відшукування оптимальних розв'язків. Штучний інтелект – один з перспективних напрямів інформатики, що з'явився в другій половині ХХ ст. на базі лінгвістики, обчислювальної техніки, математичної логіки, програмування, психології.

Інформаційні системи застосовуються для аналізу і прогнозування потоку даних, дослідження способів їх подання, зберігання й вилучення.

На знаннях законів логіки базуються принципи алгоритмізації, які лежать в основі програмування. Фундаментом всієї обчислювальної техніки та автоматики є перетворення двійкових сигналів, аналіз, проектування і використання логічних схем. Широко застосовуються логічні методи для побудови баз даних.

Цей перелік можна продовжити. Очевидно, що матеріалу для навчання студентів інформатичних спеціальностей в курсі дискретної математики надзвичайно багато. Перед викладачем стає проблема добору навчального матеріалу, який повинен відображати сучасні науково-технічні досягнення та соціально-економічні потреби суспільства, а також задача створення відповідної методики. Крім того, деякі розділи вивчаються як окремі дисципліни – математична логіка і теорія алгоритмів, теорія чисел, теорія множин, теорія ймовірностей та математична статистика, системи числення.

Аналіз програм і спеціальної літератури, практичного досвіду вказують на те, що поряд з традиційними розділами, такими як елементи комбінаторики, елементи теорії графів, треба вивчати мережеві методи планування і управління, елементи математичного програмування, а саме цілочисельного лінійного, дискретного, динамічного; оптимізаційні задачі на дискретних множинах і графах, теорія матричних ігор.

Дослідження задач дискретної оптимізації є передумовою успішного моделювання важливих економічних, природних, соціальних та інших процесів. Зросла актуальність розв'язування таких задач при прийнятті рішень в галузі управління та планування виробничих процесів, в задачах геометричного проектування, перспективного планування, теорії розкладів та інших, пов'язаних з вибором одного з можливих варіантів дії.

Слід вивчати і універсальні методи дослідження дискретних математичних моделей, причому їх бажано розглядати в парах з найбільш поширеними дискретними моделями, які зустрічаються як складові частини в багатьох практичних задачах. Такими парами можуть бути: лінійні оптимізаційні моделі і симплекс-метод, задача комівояжера і метод меж і розгалужень; задача про траєкторію і динамічне програмування; задача про призначення і угорський алгоритм; транспортна задача і метод потенціалів; потокові задачі і алгоритм Форда-Фалкерсона; цілочисельні лінійні задачі та метод відтинань тощо [3].

При навчанні треба акцентувати увагу студентів на тому, що розглядуваний метод універсальний, його можна використовувати для дослідження різних моделей, а застосування його для даної моделі є прикладом. Слід показати, як динамічне програмування можна застосовувати при



розв'язуванні задачі про ранець, задачі комівояжера, задачі Беллмана-Джонсона з теорії розкладів; алгоритм Форда-Фалкерсона – для задачі про призначення; метод меж і розгалужень – для задачі цілочисельного лінійного програмування і т.д. Важливо звернути увагу на те, що для деяких задач, навіть середніх розмірностей, отримання точної відповіді неможливо через велике число обчислень. Тому, у таких випадках, наприклад, для задачі комівояжера і задач мережевого планування, слід наводити наближені схеми їх розв'язування.

Вивчення прикладної теорії алгоритмів сприяє ознайомленню студентів з потужними засобами аналізу математичних моделей і побудови нових алгоритмів їх дослідження. Її зміст містить ефективно розв'язання елементарних універсальних задач, які виникають практично при дослідженні будь-якої дискретної моделі (сортування, пошук елементів із заданими властивостями, структури даних тощо); прийоми зведення складних завдань до більш простих (декомпозиція, принцип “розділяй і володарюй”, рекурентні співвідношення); оцінка трудомісткості алгоритмів і NP-повнота.

Варто приділяти увагу питанням про місце дискретної математики в системі математичної освіти, співвідношенню між дискретним і неперервним підходами до вивчення різних явищ, прикладам математичного моделювання, вивченню елементів дискретної математики в курсах інформатики та математики середньої школи. Частина навчального матеріалу за браком часу студенти можуть опрацювати самостійно, цьому питанню сьогодні приділяється багато уваги, а також використати при написанні курсових та кваліфікаційних робіт.

При навчанні дискретної математики особливо ефективним виявляється використання ІКТ. Останнім часом воно активізувалося завдяки появі таких універсальних і потужних математичних пакетів як Gran1, Mathcad, Maple, Matlab, Mathematica, Excel та ін. Ці системи оснащені зручним інтерфейсом, і призначені для виконання багатьох стандартних і спеціальних математичних операцій і дослідження функцій, графічних побудов. Використання вказаних пакетів дозволяє розв'язувати досить широкий спектр задач – математичне моделювання та комп'ютерний експеримент, аналіз і опрацювання даних, візуалізація результатів дослідження. Розроблено значну кількість програмних засобів, за допомогою яких можна реалізувати методи теорії графів. Методичний аналіз показав доцільність використання програм GraphEla, Graph, Grin, Petersen, ColourFul Mathematics, інформаційних матеріалів глобальної мережі Інтернет [2].

Необхідність педагогічно виваженого використання в навчальному процесі інформаційно-комунікаційних технологій у гармонійному поєднанні з традиційними методичними системами навчання усвідомлена переважною більшістю теоретиків і практиків освітньої сфери. Комп'ютер є потужним засобом підтримки інтелектуальної діяльності людини у будь-якій галузі знань. Використання ІКТ у навчальному процесі сприяє створенню нових ефективних методик навчання елементів дискретної математики студентів педагогічних закладів та учнів загальноосвітньої школи, поглибленню та розширенню їх теоретичної бази знань та наданню результатам навчання практичної значущості, відкриває перспективи щодо удосконалення змісту, методів і організаційних форм навчання.

Навчання дискретної математики з використанням ІКТ відіграє значну роль у формуванні та розвитку у студентів потреби постійно розширювати і поглиблювати свої знання, коректно формулювати та ефективно розв'язувати задачі в різних сферах практичної діяльності, закладає основи наукового світогляду, формує у них компоненти інформаційної культури.

### Література

1. Жалдак М.І., Морзе Н.В., Рамський Ю.С. "Основи інформатики" як одна з вагомих складових системи навчальних предметів загальноосвітньої школи//Сучасні інформаційні технології в навчальному процесі: Зб. наук. праць.-К:НПУ. – 1997. – с.3-21.
2. Івасик В.Б. Методика навчання елементів теорії графів у шкільному курсі інформатики з використанням педагогічних програмних засобів: Дис. канд. пед. наук: 13.00.02 – К.,2001. – 174 с.
3. Мельников О.И. Обучение дискретной математике. Монография.–ЛКИ, 2008. – 224 стр.
4. Морзе Н.В. Основи методичної підготовки вчителя інформатики. Монографія. – К.: Курс, 2003. – 372 с.
5. Цибко Г.Ю. Підвищення рівня теоретичної підготовки з інформатики на фізико-математичних факультетах педагогічних вузів: Дис. канд. пед. наук: 13.00.02 – К., 1998. – 200 с.
6. [http://gouspo.ru/?page\\_id=7](http://gouspo.ru/?page_id=7)
7. <http://uk.wikipedia.org/wiki>

### **До проблеми забезпечення значущих результатів педагогічних вимірювань з використанням комп'ютерних технологій.**

**Резюме.** У статті розглянуто проблеми отримання значущих результатів педагогічних вимірювань. На емпіричних даних, отриманих при впровадженні тестових технологій у навчальний процес університету обґрунтовано методику оцінювання валідності та надійності.

**Постановка проблеми.** Формування сучасного спеціаліста – процес проблемний та багатогранний. Складною проблемою забезпечення високої якості навчання є постійна корекція навчальних досягнень. Оперативне виявлення результатів навчання отримують через проведення різнопланових педагогічних вимірювань. Поряд із традиційними формами контролю знань, вищі навчальні заклади впроваджують використання тестових методик визначення рівня досягнутих результатів навчання. Використання тестів є науково обґрунтованим інструментом оцінювання знань. Широко висвітлена у педагогічній літературі і проблема отримання значущих результатів педагогічних вимірювань. Впровадження комп'ютерних технологій і навчально-виховний процес та адаптація їх до проведення педагогічних вимірювань породжує проблему адекватності отриманих результатів.

**Призначення статті** полягає в тому, щоб опираючись на сучасний досвід педагогічної науки у сфері проведення педагогічних вимірювань із застосуванням комп'ютерних технологій, сформуванню методик підтвердження адекватності отриманих результатів рівню досягнутих навчальних результатів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процес навчання нерозривно пов'язаний із проблемою перевірки якості засвоєння вивченого матеріалу. Орієнтація сучасних навчальних методик на використання комп'ютерних технологій створює умови для розвитку нового напрямку педагогічної діяльності – індивідуалізоване навчання. Педагогічне обґрунтування індивідуалізованого навчання можна виявити в працях Й.Г. Песталоцці, Дж. Керрола, Б. Блумба та інших. Завдання підготовки до індивідуалізованого навчання полягає у створенні психолого-педагогічних умов для повного засвоєння навчального матеріалу студентом. Н.Ф. Талізін виділяє п'ять рівнів засвоєння навчального матеріалу [6]. Згідно із такою організацією навчального процесу перехід на наступний рівень відбувається за результатами педагогічного вимірювання результатів навчання на попередньому. За основу педагогічних вимірювань прийнято класичні роботи Лорда з статистичної теорії [8]. Ряд вчених Росії та західної Європи приймають за теоретичну основу педагогічних вимірювань математичну теорію вимірювання латентних якостей особистості. Математичний апарат даної теорії застосовують для проведення вимірювань у політології, психології, соціології. Але, вихід на арену широкомасштабних вимірювань із застосуванням комп'ютерних технологій вимагає змін і доповнень у концепції моделі педагогічних вимірювань. За теоретичну основу побудови моделі сучасних педагогічних вимірювань можна прийняти дослідження В.С. Аванесова [1; с. 135].

**Подання основного матеріалу.** Однією із комп'ютерно-орієнтованих методик педагогічних вимірювань є застосування тестів. Результати комп'ютерного тестування надзвичайно інформативні і дозволяють здійснювати контроль за динамікою навчального процесу, будувати індивідуальні стратегії його продовження, прогнозувати результати. Дані результати можуть бути використані як статистична база для проведення аналітичних досліджень для вивчення сучасних методик формування спеціаліста в умовах вищого навчального закладу.

Під час підготовки і проведення тесту ми виходимо з того, що його результати повинні відображати рівень умінь застосовувати знання, давати об'єктивну оцінку ступеня оволодіння навичками, вміннями та видами діяльності практичного характеру. Проте, «головним аргументом проти того, щоб вважати результати тестів надійним показником якості освіти, є те, що при акцентуванні уваги на підсумкових результатах не беруться до уваги інші фактори, які впливають на успішність або неуспішність» [4]. Множина неврахованих факторів педагогічного вимірювання носить соціально-економічний, мотиваційний та кадровий характер, що значно нівелюється в рамках одного навчального закладу. Використання комп'ютерних технологій під час проведення тестування виключає суб'єктивну складову оцінки, яка завжди присутня у проведенні оцінювання знань викладачем. Комп'ютерне тестування передбачає проведення об'єктивного кількісного співставлення певної властивості студента із деяким сформованим еталоном. У такій постановці проблеми «педагогічне вимірювання – це процес виявлення відповідності між характеристиками студентів, які оцінюються, і точками емпіричної шкали, в якій відношення між різними оцінками характеристик виражені властивостями числового ряду» [7; 432]. Найбільшу надійність, як показує педагогічна практика мають, мають адаптивні тестові технології. Адаптивні тести, як правило розпочинають із

завдань середнього рівня і коригують у відповідності до результатів відповідей на кожному окремому етапі. Використання таких методик можливе тільки при використанні спеціалізованих середовищ із досконало організованим аналітичним блоком оперативного відслідковування результатів. Системний модульний контроль за якістю підготовки спеціалістів у нашому університеті ведеться із використанням програмного комплексу Moodle. Даний комплекс призначений для організації дистанційного навчання. Результати тестування проведеного із використанням даного комплексу можна отримати у вигляді узагальненого документа в форматі Excel. Нажаль цих даних недостатньо для проведення поглиблених педагогічних досліджень запропонованого тесту. Провівши дослідження програмного комплексу Moodle ми прийшли до висновку, що первинні дані, які використовуються для оцінювання результатів, можна самостійно досліджувати, попередньо імпортувавши їх із бази даних у програму Excel. Нескладний запит до бази SQL, на основі якої функціонує програма, дозволить отримати більш детальні відомості про відповіді кожного студента.

Недоліком сучасної педагогічної тестології є відсутність єдиної класифікації основних категорій вимірювання знань. Низька дослідженість основних характеристик педагогічного тестування, як однієї із категорій вимірювання знань, уповільнює їх впровадження у освітню практику. Серед основних категорій вимірювання знань в педагогічній літературі виділяють:

- метод вимірювання;
- інструментарій вимірювання;
- процедура вимірювання;
- процедура оцінювання.

Значущі результати педагогічного вимірювання можна отримати тільки при високій валідності даних категорій. Серед багатьох визначень валідності у педагогічній літературі зупинимось на одному, яке дає А. Анастасі: "поняття, яке вказує, що вимірюють за допомогою тесту і наскільки добре це робиться" [2; 316].

Поняття валідності за своїм змістом складне та багатоаспектне. Окремі автори виділяють валідність – методу, інструментарію, процедури тестування та процедури оцінювання.

Булах І.Є. [3; 221] пропонує проводити аналіз валідності тестових завдань, опираючись на результати статистичного опрацювання даних тестування. Комплексний аналіз результатів опрацювання та інтерпретація дає можливість оцінити якість запропонованих тестів.

Для проведення статистичного аналізу даних, які отримані в результаті використання програми Moodle, формуємо матриці тестових результатів. До матриці включаємо тільки результати правильних відповідей, які позначаємо 1. Допускаємо також, що результати вимірювань які проводились в однакових умовах, збігаються. Для підготовки статистичних даних часто використовують метод повторного тестування, проведення паралельного тестування та ділення результатів тестування пополам. Готуючи статистичну вибірку, ми використали технологію поділу результатів. Згідно такого підходу до першої вибірки  $X_n^1$  заносимо відповіді студентів на питання з парним номером, до другої  $X_n^2$  – відповіді на непарні питання. Емпіричні дані вимірювань для N студентів, що пройшли тестування, заносимо у двовимірну таблицю програми Excel. Використовуючи команду *Сервіс/Аналіз даних/Кореляція*, обчислюємо кореляційну матрицю для факторів  $X_n^1$  та  $X_n^2$ . За результатами аналізу матриці визначаємо характер зв'язку між незалежними факторами. При значенні коефіцієнта кореляції близькому до 1 результати можна вважати сприятливими для подальшого опрацювання.

	парні	непарні							
1									
2	2	1							
3	4	3							
4	9	8			парні	непарні			
5	10	10			непарні	0,980788	1		
6	10	11							
7	11	11							
8	12	12							
9	12	12							
10	12	12							
11	12	12							
12	12	12							
13	13	13							
14	13	13							
15	13	14							
16	14	14							
17	14	15							
18	14	16							
19	15	17							
20	16	18							
21	19	18							
22									
23									

Рис. 1. Результати обчислення коефіцієнта кореляції для парних та непарних завдань

Графічна інтерпретація емпіричних результатів у вигляді гістограми або зглаженої кривої дає додаткові відомості про нормативно-орієнтований тест. Як показує практика, на основі валідних тестів забезпечується групування до 80% вибірки у центральній частині розподілу. Якщо тест виконали майже всі студенти, або майже ніхто не виконав, то такий тест відбракується і підлягає переробці, оскільки він визнається недосконалим, або тестування проведено із грубими порушеннями процедури вимірювання.

В педагогічній літературі дається кілька методик для проведення аналізу результатів тестування. За запровадженою в університеті методикою передбачається, що на першому етапі оцінюються міри центральної тенденції сукупності. Для цього визначається мода та середнє

арифметичне розподілу ( $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ ). Врахування міри центральної тенденції допомагає оцінити

якість тесту та репрезентативність вибірки. При високо валідному тестові забезпечується нормальний розподіл отриманих студентами балів, при якому до 70% емпіричних результатів знаходиться у центральній частині. У випадку, коли мода і середнє арифметичне суттєво відрізняються, тест вважають неправильно сконструйованим і він не може бути визнаним придатним для використання в педагогічних вимірюваннях. Несприйнятливим для використання є тест з бімодальною конфігурацією розподілу результатів. Такий результат свідчить про те, що в тесті використано дві групи питань – легкі та складні, що і приводить до розподілу студентів на дві підгрупи.

Останнім етапом кількісного аналізу є визначення асиметрії та ексцесу кривої розподілу емпіричних даних.

Формула для обчислення асиметрії у розглядуваному випадку має вигляд:

$$A_s = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3}{S_x^3 * N},$$

де  $A_s$  – асиметрія,  $X_i$  – елементи вибірки,  $\bar{X}$  – середнє арифметичне вибірки,  $S_x$  – стандартне відхилення, що дорівнює кореню квадратному з дисперсії,  $N$  – розмір вибірки.

Із використанням вище вказаних позначень ексцес обчислюємо за формулою:

$$E_s = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^4}{S_x^4 * N}.$$

Обчисливши значення асиметрії та ексцесу, можна зробити висновок про валідність тесту та його недоліки.

Тест вважається валідним при  $A_s=0$  та  $E_s=0$ . Практика експериментальних досліджень великої кількості тестів, що використовуються в університеті, показує, що такі параметри має невелика кількість з них.

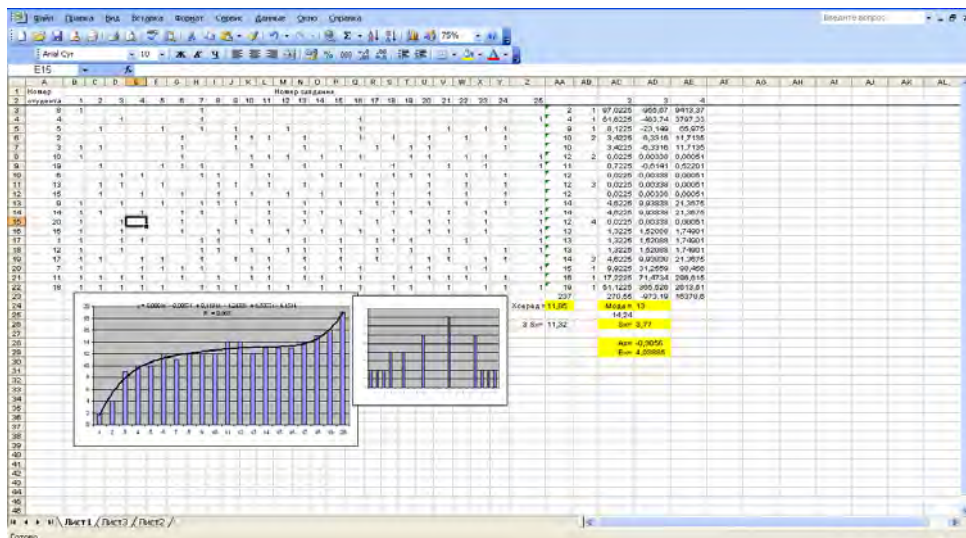


Рис. 2 Результати дослідження тесту на валідність.

Інші комбінації  $A_s$  та  $E_s$  оцінюємо за методикою, запропонованою Парашенко Л.І, Леонським В.Д., Леонською Г.І. [5; 217]. Так при  $E_s < 0$  тест характеризується високими

розподільчими характеристиками, а при  $E_s > 0$  – низькими. Валідний тест повинен мати високі розподільчі характеристики, що забезпечує достатню вибірковість під час проведення педагогічних вимірювань.

Показник асиметрії вибірки свідчить про складність тесту. Так при  $A_s > 0$  тест вважається складним, при значеннях  $A_s < 0$  тест легкий. Наведені на рис результати аналізу тесту дають можливість зробити висновок, що запропонований викладачем тест виявився легким для студентів ( $A_s = -0,90$ ) і має низькі розподільчі характеристики ( $E_s = 4,038$ ).

Близькість середнього значення і моди дають підставу рекомендувати викладачеві доопрацювати даний тест, зберігши його конфігурацію та спрямованість. Для визначення причин порушення валідності необхідно також проаналізувати педагогічні умови проведення тестів та тривалість тестування.

Завершується аналіз результатів тестування визначенням показника надійності тесту за допомогою прогностичної формули Спірмена-Брауна. Параметром функції для обчислення надійності є коефіцієнт кореляції.

Формула Спірмена-Брауна для даного випадку має вигляд

$$C = \frac{2 * r}{1 + r},$$

де  $C$  – коефіцієнт надійності,  $r$  – коефіцієнт кореляції, розрахований для даних, отриманих за методикою поділу навпіл. За наведеними даними  $r = 0,98$ , отже  $C = \frac{2 * 0,98}{1 + 0,98} = 0,98$ . Даний коефіцієнт

характеризує послідовність вимірювань і дає відповідь на ряд важливих питань. Використаний тест виявився достатньо надійним, це означає що і при іншій серії вимірювань отримали б такі самі результати.

Надійні тести із різними показниками асиметрії можуть використовуватись в моделі адаптивних вимірювань. При отриманні низьких результатів повторне тестування проводиться із використанням легших тестів.

**Висновок.** Проблема забезпечення значущих результатів педагогічних вимірювань при використанні тестових завдань може бути розв'язана через використання надійних методик статистичного аналізу отриманих результатів на етапі апробації та впровадження. На підставі вірогідних результатів дослідження результатів тестування можна зробити висновок про шляхи удосконалення педагогічних вимірювань в навчальному закладі.

#### Література

1. Аванесов В.С. Математические модели педагогических измерений. Научное издание. М.: Исс. центр проблем качества подготовки специалистов, 1994. – 26 с.; «Научные проблемы тестового контроля знаний». М.: Исс. Центр, 1994. – 135 с.
2. Анатази А. Психологическое тестирование: Пер. С англ.: В 2-х кн./ Под редакцией К.М. Гуревич, В.И. Лобовского. – М.: Педагогика, 1982. – Кн. 1. – 316 с.
3. Булах І.Є. Комп'ютерна діагностика навчальної успішності. – К.: ЦМК МОЗ України, УДМУ. – 1995. – 221 с.
4. Драммонд Т. Використання результатів тестування для оцінювання якості освіти: за і проти // Вісник. Тестування і моніторинг в освіті. – 2006. – №6. – С. 31-34.
5. Паращенко Л.І. Тестові технології у навчальному закладі :Метод. Посібник / Паращенко Л.І, Леонський В.Д., Леонська Г.І; Наук. Ред.. О.І. Ляшенко – К.: (ТОВ «Майстерня книги»), 2006. – 217 с.
6. Талызина И.С. Управление процессом усвоения знаний. – М., 1984.
7. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. – М.: Логос, 2002. – 432 с.
8. Lord F.M. Novick M.R. Statistical Theories of Mental Test Scores. Reading, MA: Addison-Wesley. 1968.

**Терещенко О.В., Малезик М.П.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

#### **Проектування комплексу засобів дистанційного предметного тестування знань з нормативних курсів у вищих навчальних закладах**

В наш час в галузі освіти відбуваються значні зміни – це пов'язано, перед усім, з переходом суспільства від індустріального до інформаційного. Інформаційне суспільство характеризується великою кількістю та інтенсивністю обміну різноманітними повідомленнями, глобалізацією доступу

до даних та значної частини суспільства зайнятого в створенні і опрацюванні всеможливих інформаційних ресурсів. Тому виникає потреба перегляду поглядів на освітній процес і застосування сучасних комп'ютерних технологій, що може призвести до принципових змін в навчальному процесі в цілому [1, 3].

В "Дистанційному навчанні" використовуються засоби телекомунікацій для обміну повідомленнями і базується воно на активній самостійній підготовці студента. Перевагами дистанційного навчання є, безумовно, зручність у часі, відкритість процесу навчання. Із недоліків необхідно зазначити високі вимоги до самоорганізації для студента [2]. Технології, які використовуються сьогодні для дистанційного навчання, можна поділити на такі категорії: не автоматизовані; засоби комп'ютерного навчання – електронні підручники, бази даних, бібліотеки, електронні журнали та високо комп'ютеризовані – відеоконференції, white-boards, chat [1, 5]. За допомогою цих технологій реалізуються основні типи дистанційного навчання. На даному етапі вже чітко визначені ті цілі та задачі, які потрібно вирішувати на основі дистанційної освіти, і деякі з них вже успішно вирішуються, але до інтегрованої системи ще далеко. Ще одна проблема, не пов'язана безпосередньо зі створенням системи дистанційного навчання, – це проблема створення матеріалів для наповнення такої системи [6].

Дистанційне навчання достатньо складний процес, який потребує вирішення багатьох іноді принципово різних задач. Будь-яке навчання, в тому числі і дистанційне, має мету гарантовано сформувати у студента об'єм знань, достатній для того, щоб випускник був фахівцем в обраній галузі. На більш високому рівні вимагається, щоб після завершення навчання студент був ерудованим, міг самостійно аналізувати ситуації, вміти ставити та розв'язувати професійні задачі, грамотно формулювати свої думки. Методи досягнення зазначених цілей залишаються такими самими, як і в класичній теорії:

- інформаційно-рецептивний
- репродуктивний
- проблемного навчання
- евристичний
- дослідницький [4]

В усіх цих методах обов'язково має бути наявний елемент контролю знань студента. В залежності від характеру контролю, технічних засобів, які використовуються, а також етапу навчання, існує багато типів такої перевірки. З усіх типів тестування, якщо брати класифікацію за технічними засобами, незрозуміло лише, як проводити оцінювання знань через електронну систему тестування (методику проведення всіх інших перевірок можна запозичити з класичної освіти). Саме через те, що ця тема відкрита для дослідження і ще достатньо не сформована теоретична та практична база для проведення електронного тестування, виникла потреба розробки системи дистанційного тестування на прикладі нормативного курсу «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка» для студентів факультету кібернетики Київського університету імені Тараса Шевченка.

Щоб виділити та описати елементи системи навчання, необхідно дослідити процеси, які відбуваються при проведенні оцінювання знань:

- *процес створення завдань* – виконується людиною, яка складає тести, а результатом є завдання, які повинні зберігатися в безпечному місці;
- *процес ініціації тестування* – здійснюється людиною, яка проводить тестування;
- *процес постановки завдань* – полягає у постановці заздалегідь підготовлених завдань студентам; необхідний алгоритм вибору завдання з їх заздалегідь підготовленого масиву з врахуванням попередніх відповідей студентів;
- *процес обмірковування завдання*;
- *процес відповіді* – результатом є відповідь; при цьому необхідний документ, в якому фіксується відповідь;
- *процес оцінювання відповіді* – результатом є проміжна оцінка; при цьому необхідний відкритий, зрозумілий, алгоритм оцінювання відповіді;
- *процес оцінювання знань студента, виходячи з усіх його відповідей* – результатом є запис у відповідному документі про результат тестування; при цьому потрібен алгоритм виведення кінцевої оцінки, виходячи з проміжних.

Розглянувши процеси, які відбуваються при оцінюванні знань, можна зробити останній крок декомпозиції проблеми і виділити елементи системи тестування. Їх одразу можна поділити на три групи:

- Інтерфейси, що забезпечуватиме можливість здійснення перелічених процесів.

- Документи, в яких зберігаються завдання, відповіді та результати тестування.
- Тестер, за допомогою якого виконуються алгоритми вибору завдань, оцінювання проміжних відповідей і кінцевого виставлення оцінки.

Після аналізу основних властивостей системи дистанційного навчання, було визначено основні вимоги до неї:

- виконання дистанційних функцій, незалежно від часу і відстані тестування;
- універсальність – застосування для різних навчальних дисциплін;
- платформно-незалежність;
- захищеність від несанкціонованого доступу;
- простота та зручність використання;
- гнучкість до масштабування;
- різносторонність тестування;
- контроль і статистика тестування;
- використання стандартних інтерфейсів обміну та відкриті типи даних.

В ідеалі за допомогою такої системи потрібно повністю автоматизувати процес тестування в тих випадках, коли оцінювання знань піддається формалізації. В такому випадку процес виставлення оцінок проходив би таким чином: викладач (за допомогою системи) описує алгоритм виставлення оцінки за кожний тип завдань (цей крок потрібно зробити тільки одноразово, наприклад, коли створюється алгоритм оцінювання виконання одного типу завдань з алгебри, всі інші викладачі можуть використовувати його для створення своїх тестів); викладач створює потрібну кількість завдань (це не потребує великих зусиль, адже потрібно ввести лише умови задач); проводиться тестування; викладач робить свої висновки, виходячи з отриманих результатів. Таким чином потрібні програмні засоби, за допомогою яких можна було б реалізовувати на практиці концепції дистанційного навчання, автоматизувати процес навчання в цілому і дистанційного управління навчально-пізнавальною діяльністю зокрема.

Одним із головних елементів дистанційної системи навчання є система завдань і алгоритми їх оцінювання.

**Завдання (тест)** – це математичний об’єкт, який можна представити таким чином:

$$Q \subseteq \bar{Q}; \bar{Q} = \bigcup_{i=1}^N Q_i, T = (Q, C, v, z, f), Q_i = (W_i, g_i)$$

де:  $\bar{Q}$  – всі можливі питання,  $Q$  – множина питань окремого завдання,  $Q_i$  – клас питань одного типу,  $W_i$  – зовнішні параметри питання (текст, малюнки, правильна відповідь);  $g_i$  – функція оцінювання правильності відповіді,  $C$  – множина критеріїв оцінювання,  $v$  – функція прив’язки питання до критеріїв,  $z$  – функція кінцевого оцінювання,  $f$  – функція вибору питання.

Таким чином, **тест** – це множина питань, кожна з яких відповідає визначеному типу і на основі яких оцінюється відповідність знань студента певному критерію, а також алгоритм, згідно з яким вибираються питання і процедура визначення загальної оцінки студента за весь тест. Кожний тип питань інкапсулює в себе алгоритм оцінювання відповіді на нього. Вхідними даними для алгоритму є відповідь студента – та “правильна відповідь”, яка задається на етапі створення завдання. “Основна робота” з оцінювання покладається на алгоритми, закладені в різні типи питань. Важливо зазначити, що алгоритм оцінювання жорстко пов’язаний до кожного типу питань, що накладає обмеження на використання питань. Провівши аналіз питань, які виникають при проведенні різних тестувань, можна поділити їх на класи:

- *Понятійні*
- *Узагальнюючі*
- *Дослідницькі*
- *Творчі*

**Понятійні питання** – це найлегші питання. Відповідь на них не потребує серйозного аналізу, її потрібно просто знати. Ці питання використовуються на початку тестування для визначення основних понять та означень дисципліни.

**Узагальнюючі питання** – це питання, відповідь на які вимагає незначного аналізу і узагальнення знань предмету.

**Дослідницькі питання** – питання, відповідь на які потребує від студента вільного володіння предметом, і уміння, щоб аналізувати завдання.

**Творчі питання** – це питання, відповіді на які вимагають від студента наявності достатнього запасу знань, творчого мислення, вміння ставити і розв’язувати задачі, послідовно висловлювати думки, і взагалі, вміння творчо підходити до предмету. Такі питання не розглядаються в даній

системі електронного тестування, їх опрацювання покладається на інші способи дистанційного оцінювання знань, вже за участю людини.

При формалізації цих типів питань існують обмеження, які накладаються можливостями користувача щодо роботи з машиною. Виходячи з наведеної класифікації, створено ієрархічну систему питань.

Функція оцінювання  $g$  і множина вхідних параметрів питання  $W$  жорстко прив'язана до типу питань. Залишається розглянути ще множину критеріїв  $C$ , функції виведення загальної оцінки тесту  $z$ , функції вибору питання  $f$ , і функції прив'язування питання до критеріїв  $v$ .

Множина критеріїв по відношенню до системи – це сукупність текстових рядків. Кожний критерій відповідає певній стороні знань, якими повинен володіти студент. Цими сторонами знань можуть бути як теми предмету, так і ступені знань (наприклад, ступінь орієнтації у предметі, практичні навички, додаткові знання, вміння мислити). Кожне питання пов'язане з кількома критеріями (за допомогою питання можна перевіряти як знання, так і вміння мислити), цей зв'язок описується функцією  $v$ , яка задається створювачем тесту і подається, зазвичай, в матричній формі.

Функції  $z$  і  $f$  використовуються як параметри оцінювання за кожним критерієм за попередні питання. На основі отриманих оцінок, за допомогою функції  $f$  вибору наступного питання визначається, яке з питань ще потрібно задати, щоб уточнити оцінку, чи закінчити тестування. За допомогою функції  $z$  на основі набраних балів із кожного критерію визначається фінальна оцінка. В наведеній моделі – це зважена сума оцінок з кожного критерію, помножена на відповідну норму.

Пакет розроблених програм можна поділити на три логічні частини:

- Серверна частина – комплекс засобів, за допомогою яких проводиться тестування, а також відбувається редагування списків студентів, списків тестів та перегляд статистичних даних про результати тестування.

- Редактор тестів.
- Модулі генерації тестів.

Ключова роль у функціонуванні системи надається адміністратору системи. Слід зауважити, що адміністраторів системи може бути кілька і обмежень на їх загальну кількість немає так само, як і на кількість користувачів системи та кількість тестів. В першу чергу, адміністратором системи створюється база даних користувачів, котрі будуть проходити тестування. Користувачі системи можуть бути об'єднані в групи за певними ознаками, наприклад, академічні групи студентів навчальних закладів. Редагування цієї бази даних відбувається за допомогою інструментарію серверної частини системи. Користувачі, дані про яких занесені до бази даних системи, проходять тестування, а результати тестування записуються в цю базу. При цьому з кожної теми може бути кілька варіантів тестів і користувач одержує варіант довільним чином. Кожний користувач має можливість переглядати результати свого тестування, а адміністратори системи можуть переглядати результати тестування всіх користувачів, при цьому існує можливість відбирати результати за певною ознакою, наприклад, результати проходження тестування певною групою користувачів. За допомогою редактора тестів адміністратор створює нові тести, при цьому він може використовувати модулі, підключені до редактора. Модулі містять алгоритми генерації питань за окремою темою в залежності від вхідних даних, що значно спрощує процес створення тестів, особливо в тих випадках, коли до певної теми необхідно створити декілька варіантів тестів. Створені в редакторі тести зберігаються в файлі, потім записуються на сервер. Адміністратор системи редагує список тестів, додає до створених раніше нові і (або) вилучає не потрібні.

Редактор тестів для системи “Ревізор” створений для автоматизації процесу розробки завдань. Результатом роботи є файл, в якому зберігається завдання. Редактор створений на основі вище згаданої моделі оцінювання знань. Згідно з цією моделлю складовими тесту були питання із множини питань  $Q$  (кожне питання належить одному з декількох типів  $Q_i$  і містить вхідні дані  $W$  та алгоритм оцінювання  $g$ ). В завданні повинна бути задана множина критеріїв тесту  $C$ , відповідність питань критеріям  $v$ , алгоритм вибору порядку задавання питань  $f$  та алгоритм виставлення кінцевої оцінки  $z$  на основі оцінок за кожним з критеріїв. Редагування всіх параметрів тесту є необхідним функціональним мінімумом системи створення тестів. Для більшої зручності до цього мінімуму додаються ще спеціальні послуги щоб полегшити деякі етапи створення тестових завдань.

Наведемо функціональні характеристики програми редагування тестів:

- додавання питання одного з типів
- додавання альтернатив відповідей
- додавання елементів введення
- редагування елементів тесту
- зміна властивостей тесту



- вилучення елементів тесту
- виключення малюнків до тесту
- експорт завдання в форматі XML
- під'єднання модулів автоматизації
- надання додаткових повідомлень.

Серед усіх якостей представленої системи слід звернути увагу на її простоту. Редактор тестів – невеликий за об'ємом і легко інсталується на комп'ютер, інтерфейс виконаний в кращих традиціях програм під ОС Windows. Для встановлення системи не потрібні ніякі додаткові компоненти. Не потрібні значні зусилля для освоєння системи, оскільки інтерфейс користувача розроблений посередництвом інструментарію, що використовується в Internet, з яким знайомий кожен користувач.

В системі немає обмежень на предмети, за якими можна проводити тестування. Є захист від неавторизованого доступу. Порівняно з іншими, схожими за ідеєю програмними засобами, в системі підтримується більша кількість типів питань і для кожного типу питання існує окремий алгоритм опрацювання відповіді та перевірки її на правильність. Крім того в системі передбачено використовувати в питаннях малюнки.

Характерною рисою системи є те, що тестування відбувається, безпосередньо використовуючи XML-файл тесту з питаннями, який може бути створений і без редактора тестів. Але такий процес створення тестів є дуже громіздким і не гарантує коректності файлу, тому і був створений редактор тестів.

Іншою характерною рисою системи є вирішення проблеми створення схожих тестів на одну і ту саму тему (варіанти). Як відомо, навіть за допомогою редактора тестів створення по суті однакових питань є громіздкою задачею і може привести до “механічних помилок”. З цією метою були розроблені модулі створення тестів. Ці модулі можуть бути розроблені сторонніми виробниками і використовуватися разом з розробленими на даний момент. При цьому, що багатоваріантність завдань зменшує імовірність їх повторення.

Використання системи бального оцінювання дає можливість аналізу і вибору доцільних характеристик тестів, тобто визначення часових обмежень на обдумування питання і ваги кожного питання. При встановлених обмеженнях у часі виключається можливість використання користувачами системи допоміжних матеріалів.

За допомогою створених програмних засобів, можна на практиці реалізовувати окремі положення концепції дистанційного навчання. Розроблена система відповідає наступним вимогам:

- система є повністю дистанційною, тобто її можна використовувати незалежно від часу і місця тестування
  - система є універсальною – на її основі можна створювати тести для різних дисциплін
  - система є платформно-незалежною, що дозволяє використовувати її широкому колу користувачів
  - система є захищеною від несанкціонованого доступу
  - система проста і зрозуміла для користувачів
  - система легко може бути розширена та масштабована
  - тестування через систему є різноплановим – тести містять питання різних типів
  - використання системи максимально полегшує створення тестів і проведення тестування
  - в системі ведеться статистика про результати тестування
  - в системі використовуються стандартні інтерфейси обміну та відкриті типи даних
- Система на даний момент вже використовується на практиці та має позитивні відгуки.

### Література

1. Гейте Бы. “Бизнес со скоростью мысли Изд”. 2-е, – М.: Изд-во Эксмо-Пресс, 2001 – 480 с.: ил.
2. Хуторской А.В. “Принципы дистанционного творческого обучения” // EIDOS-LIST 1998. Вып. 2. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eidos.techno.ru/list/serv.htm>
3. Полат Е.С. “Проблемы образования в канун XXI века” // EIDOS-LIST. – 1998. – Вып. 4. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eidos.techno.ru/list/serv.htm>
4. “Дидактическая система дистанционного обучения – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.iet.mesi.ru/dis/13o.htm>
5. “Концепция индивидуального обучения в телекоммуникационной компьютерной образовательной среде” – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ospu.odessa.ua/univer/dist/html/articles/dl-bulach.htm>
6. Kevin McMahan “Distance Educators’ Desk Guide” (online version [http://www.bizresources.com/learning/de\\_deskguide.html](http://www.bizresources.com/learning/de_deskguide.html))

## Використання програм математичного призначення для знаходження екстремумів функцій

Діяльність людини при розв'язуванні різноманітних завдань майже завжди спрямована на відшукування найкращого або оптимального рішення. Щоб знайти найкращу із можливостей, доводиться розв'язувати задачі на знаходження максимуму чи мінімуму, тобто найбільших чи найменших значень певних величин. Обидва ці поняття – максимум та мінімум об'єднуються терміном «екстремум».

Завдяки появі таких універсальних математичних пакетів як Maple, Mathematica, Mathcad, Matlab, Maxima та ін. активізувалося використання комп'ютерної техніки та інформаційних технологій для розв'язування задач на пошук екстремумів. Ці програми оснащені зручним інтерфейсом, за їх допомогою можна реалізувати багато стандартних і спеціальних операцій і функцій, в них вбудовано потужні графічні засоби, власні мови програмування, засоби підготовки математичних текстів до друку, передбачено імпорт даних в інші програмні продукти (текстові і графічні редактори, електронні таблиці) та експорт з них даних для опрацювання. Використання математичних пакетів надає користувачам можливість розв'язувати широкий спектр задач:

- проведення математичних досліджень, де вимагаються аналітичні перетворення та числові розрахунки;
- розробка алгоритмів для реалізації чисельних методів розв'язування задач, їх аналіз і використання;
- математичне моделювання та комп'ютерний експеримент;
- аналіз і опрацювання експериментальних даних;
- візуалізація результатів дослідження, наукова та інженерна графіка, створення графічних та числових звітних матеріалів тощо.

Однією з проблем, що постають в процесі розв'язування задач з комп'ютерною підтримкою, є вибір програмного середовища. Різні системи комп'ютерної математики можуть суттєво відрізнятися за функціональністю, інтерфейсом, розміром, вбудованою мовою програмування тощо. Безальтернативне ознайомлення лише з однією з програм математичного призначення звужує клас розв'язуваних задач.

Розглянемо основні можливості використання різних програмних засобів для розв'язування задач на пошук екстремумів функцій кількох змінних.

В Maple для дослідження функцій на екстремум є кілька команд, які входять до стандартної бібліотеки даної програми.

Для знаходження мінімуму і максимуму функції від однієї чи багатьох змінних на певному інтервалі без обмежень на змінні використовуються відповідно команди:

**minimize(f, vars, ranges, opts),**

**maximize(f, vars, ranges, opts),**

де **f** – алгебраїчний вираз функції, екстремуми якої необхідно знайти;

**vars** – список змінних, за якими шукається мінімум чи максимум;

**ranges** – область визначення змінних виду  $x_1=a_1..b_1$ ,  $x_2=a_2..b_2$ , ...,  $x_n=a_n..b_n$  для функції від  $n$  змінних.

Якщо замість опису області визначення змінної вказати *'infinity'* або інтервал  $x_i = -\text{infinity}..+\text{infinity}$ , ( $i = \overline{1, n}$ ), то за командами *minimize* та *maximize* будуть шукатися відповідно мінімуми та максимуми при всіх значеннях змінних, як на множині дійсних чисел, так і на множині комплексних чисел. Якщо ж опис змінної взагалі відсутній, то пошук екстремуму буде здійснюватися тільки на множині дійсних чисел.

**opts** – список необов'язкових параметрів. Наприклад, при введенні параметра *location* (або *location=true*) результат виводиться в розширеному вигляді, після значення мінімуму (максимуму) в фігурних дужках вказуються координати точок мінімуму (максимуму).

Якщо мінімум (максимум) відповідної функції не існує, або не вдається його знайти, то виводиться вираз, що відповідає заданій функції, а при наявності параметра *location* виводиться текст *location=false* і порожній список.

Для знаходження умовного екстремуму при заданих обмеженнях-рівностях в Maple використовується команда:

**extrema(f, constr, vars, `s`),**

де **f** – алгебраїчний вираз функції, екстремуми якої шукаються;

**constr** – обмеження на змінні у вигляді виразу або рівняння, які записуються у фігурних дужках.

Якщо обмеження задано як вираз, то воно інтерпретується як обмеження типу «=0».

Якщо обмеження відсутні, то замість них записується порожня множина {}.

**vars** – змінні, за якими шукається екстремум;

**`s`** – в апострофах вказується ім'я змінної, якій буде надано значення координат точки екстремуму.

Параметри *vars* і *`s`* в команді *extrema* не є обов'язковими. Якщо відсутній параметр *vars*, то пошук точок умовного екстремуму відбувається за всіма змінними, від яких залежить алгебраїчний вираз функції *f*. Але наявність списку змінних *vars* є обов'язковою, якщо використовується параметр *`s`*.

За даною командою реалізується метод множників Лагранжа для знаходження точок умовного екстремуму при обмеженнях рівностей, а її результатом є значення цільової функції в точках умовного екстремуму. Якщо вони існують, то на першому місці виводиться умовний мінімум, а на другому – умовний максимум.

**Приклад 1.** Знайти мінімум функції  $f(x, y) = 2.5x^2 - 3.1xy + 4.6y^2 - x + 5.2y$ .

Перш ніж знаходити екстремум, побудуємо її графік, щоб мати уявлення про графічний образ даної функції.

Для побудови графіків функцій в системі Maple є пакет *plots*. Перед зверненням до команд пакету треба під'єднати його за допомогою службового слова *with*. Запишемо команди *plot3d* та *contourplot*, в результаті виконання яких отримаємо графічне зображення даної функції (рис. 1а, 1б).

```
with(plots);
"Графік функції від 2-х змінних f(x,y)";
f:=2.5*x^2-3.1*x*y+4.6*y^2-x+5.2*y;
"Графік функції від 2-х змінних f(x,y)"
f:=2.5*x^2-3.1*x*y+4.6*y^2-x+5.2*y;
plot3d(f,x=-20..20,y=-20..20);
"Лінії рівня функції f(x,y)";
contourplot(f,x=-0.5..0.5,y=-1..0,contours=15);
```

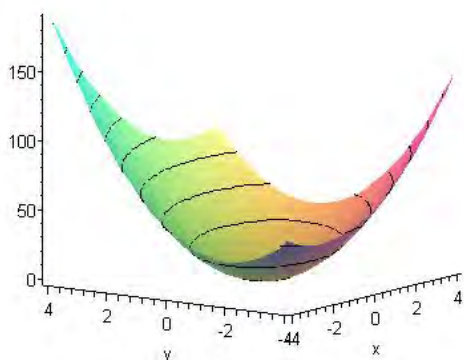


Рис.  
1а

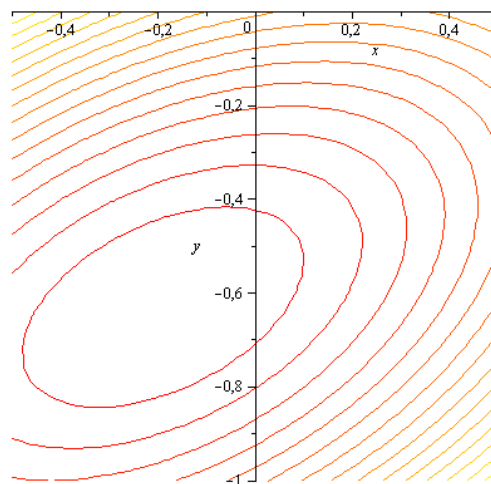


Рис.  
1б

З рисунків видно, що мінімум функції знаходиться в точці з координатами в межах  $x \in [-0, 4; 0]$  та  $y \in [-0.4; -0.8]$ .

Знаходимо мінімум даної функції засобами програми Maple:

```
"Мінімум функції f(x,y)";
minimize(f,location);
```

В результаті виконання записаних операторів отримуємо результат:

```
"Мінімум функції f(x,y)"
-1.541082715, {[x = -0.1901621325, y = -0.6292937620], -1.541082715}
```

**Приклад 2.** Знайти екстремум функції  $f = e^{xy}$  при умові  $x + y = a$ ,  $a = 1, 2, 3$ .

Спочатку розв'яжемо дану задачу при  $x + y = 1$ . Дана задача на умовний екстремум із обмеженням на змінні у вигляді рівності. Тому скористаємося командою *extrema*. Для того, щоб отримати результат у вигляді десяткового дробу, запишемо команду *evalf(a,n)*, де  $a$  – числовий вираз,  $n$  – необов'язковий параметр, який визначає число значущих цифр. В системі Maple зберігається останній результат під іменем  $\%$ . Тому замість числового виразу  $a$  можна використати ім'я  $\%$ .

```
> extrema (exp (x*y) , x+y=1 , {x,y} , 's' ) ;
evalf (% , 5 ) ;
s ;
evalf (% , 2 ) ;
```

$$\left\{ e^{\frac{1}{4}} \right\}$$

$$\{1.2840\}$$

$$\left\{ \left\{ x = \frac{1}{2}, y = \frac{1}{2} \right\} \right\}$$

$$\{ \{x = 0.50, y = 0.50\} \}$$

Якщо в обмеженні на змінні ввести параметр, наприклад  $x + y = a$ , то буде видано результат у символічному вигляді:

```
> extrema (exp (x*y) , x+y=a , {x,y} , 's' ) ;
s ;
```

$$\left\{ e^{\frac{1}{4} a^2} \right\}$$

$$\left\{ \left\{ x = \frac{1}{2} a, y = \frac{1}{2} a \right\} \right\}$$

Якщо вимагається знайти значення аргументів функції, при яких вона набуває найменшого (найбільшого) значення за умови виконання певних обмежень на змінні, які задані у вигляді лінійних нерівностей, то процедур із стандартної бібліотеки програми недостатньо, необхідно скористатися пакетом *simplex*. Отже, спочатку завантажується даний пакет за командою *with(simplex)*, а потім використовуються команди *minimize* чи *maximize*, які тепер будуть відрізнятися набором параметрів від аналогічних команд із стандартної бібліотеки системи Maple.

**minimize(f, C, vartype),**

**maximize(f, C, vartype),**

де  $f$  – вираз цільової функції,

$C$  – обмеження на змінні у вигляді лінійних нерівностей, які записуються в фігурних дужках;

**vartype** – вказується тип змінних, який може набувати значення **NONNEGATIVE** – невід'ємні, або **UNRESTRICTED** – обмеження на знак змінних не накладається. Даний параметр необов'язковий, за замовчуванням він набуває значення **NONNEGATIVE**.

Для знаходження екстремуму функції при заданих нелінійних обмеженнях-нерівностях в Maple можна скористатися пакетом *Optimization*. В цей пакет входять функції *Minimize* та *Maximize*:

**Minimize(f, constr, ranges, opts),**

**Maximize(f, constr, ranges, opts),**

де  $f$  – алгебраїчний вираз заданої функції;

**constr** – обмеження на змінні у вигляді нелінійних рівностей чи нерівностей, які записуються у фігурних дужках через кому;

**ranges** – область визначення змінних у вигляді  $x1=a1..b1, x2=a2..b2, \dots, xn=an..bn$  для функції від  $n$  змінних;

**opts** – список додаткових параметрів. Наприклад, задання параметра *assume=nonnegative* означає, що змінні набувають тільки невід'ємних значень.

**Приклад 3.** Знайти найбільше та найменше значення функції  $f = x + \sqrt{y}$  при умовах  $x + y \geq 1$  та  $x^2 + y^2 = 1$ .

Оскільки в даній задачі обмеження на змінні задано у вигляді нелінійної нерівності, то для пошуку екстремуму необхідно скористатися функціями пакету *Optimization*, який приєднується за допомогою команди *with*.

```
> with (Optimization) ;
f:=x+sqrt (y) ;
Minimize (f , {x+y>=1 , x^2+y^2=1} ) ;
evalf (% , 4 ) ;
Maximize (f , {x+y>=1 , x^2+y^2=1} ) ;
evalf (% , 4 ) ;
```

В результаті виконання даних команд отримуємо:

```
[importMPS, Interactive, LPSolve, LSSolve, Maximize, Minimize, NLPsolve, QPSolve]
      f = x + √y
[1.00000000000000022, [x = 1.88277550583586302 10-16, y = 1.]]
[1.000, [x = 1.883 10-16, y = 1.]]
[1.57683692917470308, [x = 0.830718242667876416, y = 0.556693094354672402]]
[1.577, [x = 0.8307, y = 0.5567]]
```

В системи комп'ютерної математики зазвичай вбудовано розвинені мови програмування. Зокрема в середовищі Maple програма для знаходження мінімуму функції за методом найшвидшого спуску [2] має вигляд:

```
> restart;
f:=2.5*x^2-3.1*x*y+4.6*y^2-x+5.2*y;
"Знаходимо похідні по x та по y";
dfx:=diff(f,x);
dfy:=diff(f,y);
xprec:=solve(dfx,x);
yprec:=solve(dfy,y);
X[1]:=-1;
Y[1]:=-1;
prec:=0.01;
i:=1;
xrez:=0;
yrez:=0;
while xrez=0 do
x:=X[i];
y:=Y[i];
xrez:=`if`(dfx<prec,(`if`(dfx>-prec,X[i],0)),0);
yrez:=`if`(dfy<prec,(`if`(dfy>-prec,Y[i],0)),0);
X[i+1]:=`if`(dfx>0,X[i]-prec,X[i]+prec);
Y[i+1]:=`if`(dfy>0,Y[i]-prec,Y[i]+prec);
i:=i+1;
end do;
"Точні значення";
x:=xprec;
y:=yprec;
"Точка мінімуму";
x:=xrez;
y:=yrez;
"Значення функції в точці мінімуму";
f;
```

```
f = 2.5 x2 - 3.1 x y + 4.6 y2 - x + 5.2 y
"Знаходимо похідні по x та по y"
dfx := 5.0 x - 3.1 y - 1
dfy := -3.1 x + 9.2 y + 5.2
"Точні значення"
x := -0.1906000000
y := -0.6294413043
"Точка мінімуму"
x := -0.19
y := -0.63
"Значення функції в точці мінімуму"
-1.54108
```

Отже, в програму Maple вбудовано досить потужний інструментарій для дослідження функцій кількох змінних на екстремум. На основі потужної бібліотеки процедур даного програмного засобу забезпечуються умови для розв'язування широкого класу математичних задач, але в свою чергу

вимагаються знання щодо запису та синтаксису команд. Хоча в цьому випадку може бути використана зручна довідкова система, характерна для Maple.

Досить популярною системою комп'ютерної математики є Mathcad. Характерною особливістю програми є використання звичних стандартних математичних позначень, тобто документ в Mathcad виглядає як звичайний математичний розрахунок. Зручності при роботі в середовищі Mathcad додає можливість введення даних за допомогою палітр математичних знаків. Але в той же час програма має обмежені засоби символічної математики.

Для розв'язування екстремальних задач за допомогою системи Mathcad використовують вбудовані функції Minimize та Maximize:

$$\text{Minimize}(f, \text{var1}, \text{var2}, \dots, \text{varn}),$$

$$\text{Maximize}(f, \text{var1}, \text{var2}, \dots, \text{varn}),$$

де  $f$  – ім'я цільової функції задачі;

$\text{var1}, \text{var2}, \dots, \text{varn}$  – змінні, від яких залежить цільова функція.

Перед визначенням мінімуму (максимуму) функції необхідно задати цільову функцію та початкові значення змінних, від яких вона залежить.

Якщо розв'язується задача на умовний екстремум, то далі треба записати службове слово *Given*, після якого спочатку записують обмеження задачі (обмеження-рівняння, обмеження-нерівності, прямі обмеження). А далі записується команда мінімізації (максимізації) відповідно до правил синтаксису. Запис знаку « $\Leftarrow$ » одразу після функції *Minimize* (*Maximize*) дозволяє автоматично отримати результат.

Результатом виконання функцій *Minimize* та *Maximize* є вектор-стовпчик, який є точним або наближеним розв'язком задачі відшукування відповідного екстремуму функції  $f$ .

Розв'язок задачі з прикладу 1 буде виглядати в Mathcad як на рис. 2.

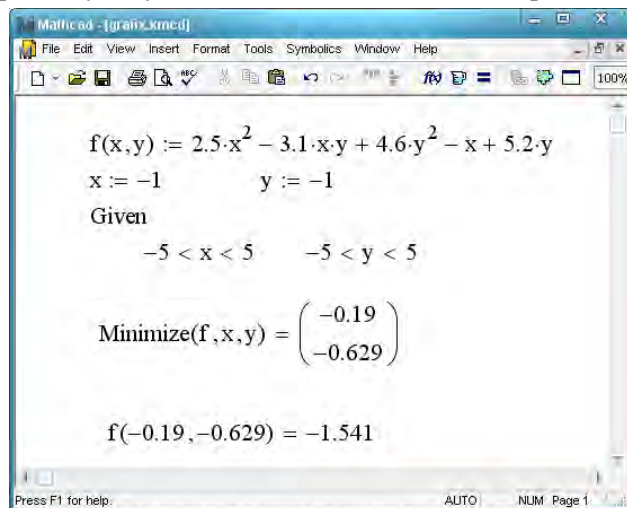


Рис. 2

Команди *Minimize* та *Maximize* використовуються і для розв'язування задач на умовний екстремум, причому обмеження можуть бути у вигляді лінійних і нелінійних рівнянь чи нерівностей.

При розв'язуванні задач нелінійного програмування в контекстному меню команд *Minimize* або *Maximize* можна обрати один з ітераційних методів пошуку екстремуму, зокрема метод лінійних наближень, метод квазіньютонівських наближень, метод спряжених градієнтів, метод квадратичних наближень.

Оскільки для розв'язування екстремальних задач в системі Mathcad використовуються наближені ітераційні методи, то результат часто залежить від обраного початкового наближення. Наприклад, розв'язок прикладу 3 в Mathcad подано на рис. 3а, 3б. Як бачимо, при різних початкових наближеннях отримуються дещо різні результати.

Тому при розв'язуванні реальних задач потрібно шукати розв'язки при різних початкових даних, обов'язково аналізуючи одержані результати.

Пошук мінімуму можна організувати і за допомогою функції *Minner*. Для цього необхідно ім'я функції *Minimize* замінити на *Minner*, а після ключового слова *Given* додати вираз, за яким прирівнюється значення функції  $f$  до значення, яке завідомо менше мінімального.

Система комп'ютерної математики Mathcad має низку своїх особливостей, які роблять її зручною у користуванні. А саме: можливість встановлення і використання системи з україномовним інтерфейсом, відкритість і безкоштовність, можливість функціонування під управлінням різних операційних систем, незначні вимоги до апаратних ресурсів. Причому за допомогою Mathcad можна виконувати складні аналітичні операції та перетворення.

Щодо розв'язування екстремальних задач, в системі Mathcad значно скромніший інструментарій у порівнянні з вище розглянутими програмами. В даній програмі є процедура

*maximize\_lp* (*minimize\_lp*), за допомогою якої можна знайти екстремум лінійної функції з обмеженнями у вигляді лінійних нерівностей.

Але в системі Maxima екстремальні задачі можна розв'язувати і за допомогою класичних методів (рис. 4).

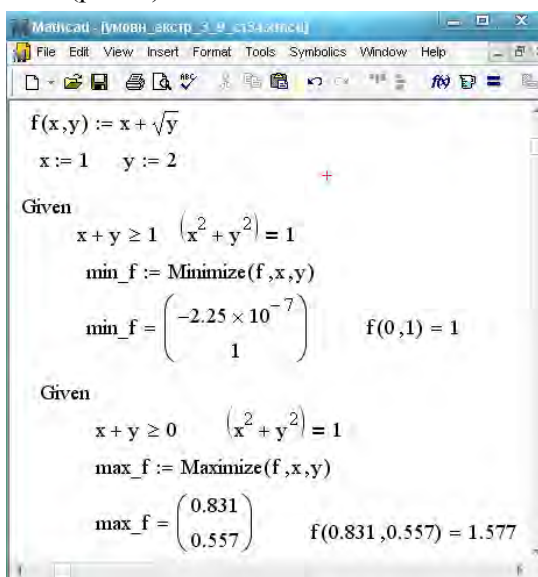


Рис. 3а

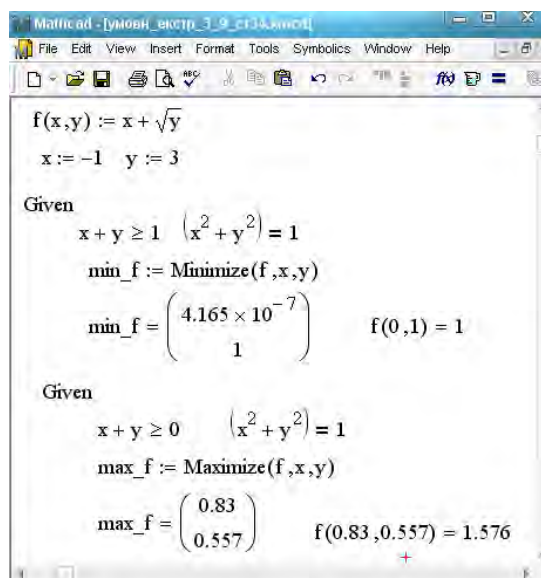


Рис. 3б

/\*

Знаходження екстремуму функції від двох змінних класичним методом

```
(%i1) f(x,y):=2.5*x^2-3.1*x*y+4.6*y^2-x+5.2*y;
fx:=diff(f(x,y),x);
fy:=diff(f(x,y),y);
algsys([fx,fy],[x,y],numer);
diff(fx,x)*diff(fy,y)-diff(fx,y)^2;
x0:-0.19016213245397;
y0:-0.62929376202253;
f(x0,y0);

(%o1) f(x,y):=2.5 x^2 - 3.1 x y + 4.6 y^2 - x + 5.2 y
(%o2) - 3.1 y + 5.0 x - 1
(%o3) 9.199999999999999 y - 3.1 x + 5.2
(%o4) [ [ x = - 0.19016213245397 , y = - 0.62929376202253 ] ]
(%o5) 36.39
(%o6) - 0.19016213245397
(%o7) - 0.62929376202253
(%o8) - 1.541082715031602
```

Рис. 4

Розглянуті вище математичні пакети є професійними системами, якими користуються фахівці з різних галузей для проведення автоматизованих обчислень та розрахунків.

Разом з тим професійні математичні пакети досить ефективно можуть бути використані в навчальному процесі у ВНЗ і значно менше – у середніх навчальних закладах. Тому створюються спеціальні пакети, основним призначенням яких є підтримка навчання шкільного та університетського курсів математики, використання у процесі навчання інших предметів. Ці програмні засоби досить зручні для експериментування в певній математичній галузі (алгебри, математичному аналізі, геометрії, стереометрії, теорії ймовірності, математичній статистиці), в них передбачено низку послуг для розв'язування типових математичних задач, візуалізації абстракцій. До таких педагогічних програмних засобів відносяться зокрема Gran1, Gran2D, Gran3D, DG.

Використання послуг програми Gran1 також дає можливість графічними методами знаходити наближені розв'язки деяких задач на відшукування найбільших чи найменших значень функції однієї чи двох змінних на множинах, визначених деякими системами нерівностей (чи якимось іншим чином) [1].

Розглянемо функцію двох змінних  $z = f(x, y)$ . Вона описує деяку поверхню в тривимірному просторі з координатами  $x, y, z$ . Задача знаходження мінімуму функції двох змінних  $f(x, y) = \min$  означає пошук найнижчої точки цієї поверхні.

Як в топографії, можна зобразити рельєф цієї поверхні лініями рівня. Зафіксуємо функцію  $z$ , тобто будемо перетинати дану поверхню  $z = f(x, y)$  площинами  $z = c$ , де  $c$  – довільне число, взяте з множини значень даної функції. При цьому одержимо криву  $f(x, y) = c$ , яку називають лінією рівня (або ізокривою) функції. Інакше кажучи, лінія рівня на площині  $Oxy$  – це проекція кривої, яка утворюється при перетині поверхні  $z = f(x, y)$  площиною  $z = c$ . Будуючи лінії рівня для різних значень  $c$ , можна дістати певне уявлення про графік функції двох змінних. Отримана картина буде нагадувати топографічне зображення рельєфу горизонталями.

Для знаходження мінімуму функції від двох змінних з прикладу 1 засобами програми Gran1 будемо графік залежності  $z = f(x, y) - c$  як неявно задану функцію зі змінними  $x, y$  та параметром  $c$ . Тобто у вікні «Список об'єктів» обираємо «Неявна  $0 = G(X, Y)$ », виконуємо послугу «Об'єкт/Створити» та у вікні «Введення виразу залежності» в рядок « $0 =$ » записуємо вираз даної функції  $2.5*x^2 - 3.1*x*y + 4.6*y^2 - x + 5.2*y + P1$ , де параметр  $P1$  відповідає параметру  $c$ . Змінюючи параметр  $P1$ , можна наближено встановити, в якій точці функція досягає мінімального значення, а також визначити це значення.

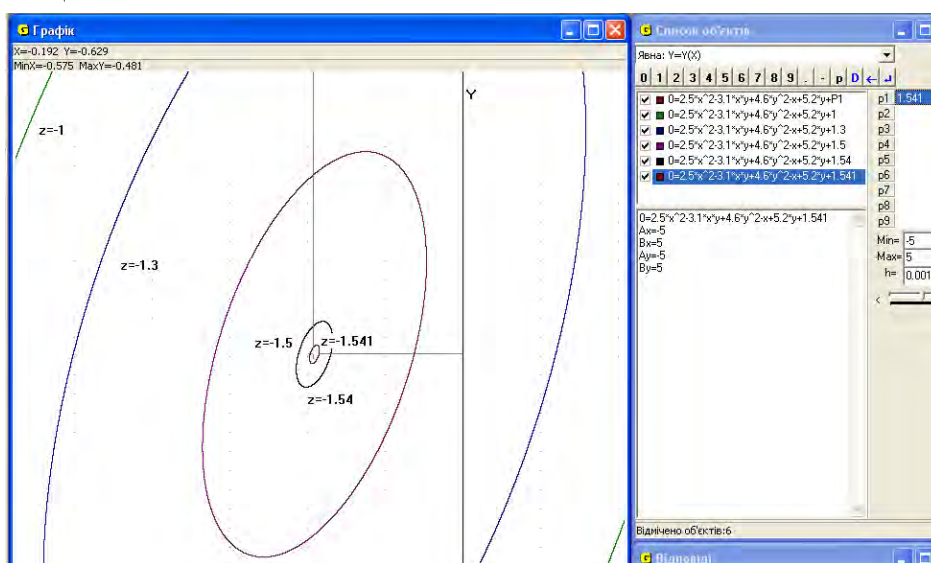


Рис. 5

Зменшуючи  $P1$ , починаючи з 1, будемо графіки даної функції, які відповідають лініям рівня поверхні  $z = f(x, y)$ . Як тільки лінія графіка зникає на полі графічної області, зменшуємо на один порядок крок  $h$ , і уточнюємо значення параметра  $P1$ , значення якого і відповідає мінімальному значенню функції. Таким чином можна знайти з досить високою точністю наближене значення функції в точці мінімуму. Щоб знайти координати точки мінімуму, в Gran1 достатньо навести курсор в область, обмежену останньою лінією рівня, і зчитати значення  $x$  та  $y$ , які відображаються в рядку, над полем графічної області. (Рис. 5).

Графічним методом в Gran1 можна розв'язувати задачі і на умовний екстремум. Розглянемо розв'язок прикладу 2 (Рис. 6).

Будемо графік залежності  $f = e^{xy}$  як неявно задану функцію  $0 = \text{Exp}(X*Y) - P1$ , де  $P1$  – довільне стале, яке відповідатиме значенню функції у відповідній точці. Графік умови  $x + y = a$  також будемо як неявно задану функцію  $0 = X + Y - P2$ , де  $P2$  набуватиме значень 1, 2, 3. Отримуємо графіки, зображені на рис. 6.

Екстремум даної функції при заданій умові буде знаходитись на множині точок перетину цих двох графіків. Змінюючи параметр  $P1$ , помічаємо, що він набуває свого максимального значення, коли пряма  $x + y = 1$  дотикається до графіка  $0 = \text{Exp}(X*Y) - P1$ . Для того, щоб знайти більш точне значення  $P1$ , зменшуємо крок  $h$  на один порядок і уточнюємо  $P1$ , змінюючи його до того значення, при якому графіки дотикаються. Уточнюючи  $P1$  до тисячних, отримуємо максимум функції, рівний 1,284 при умові  $x + y = 1$ . Щоб знайти координати точки максимуму в Gran, досить навести вказівник мишки на точку дотику, при цьому в лівому верхньому куті відображаються її координати. Якщо збільшити масштаб зображення, то координати відображаються більш точно (рис. 7). Отже, наближено координати точки максимуму дорівнюють  $x = 0,5$  та  $y = 0,5$ .



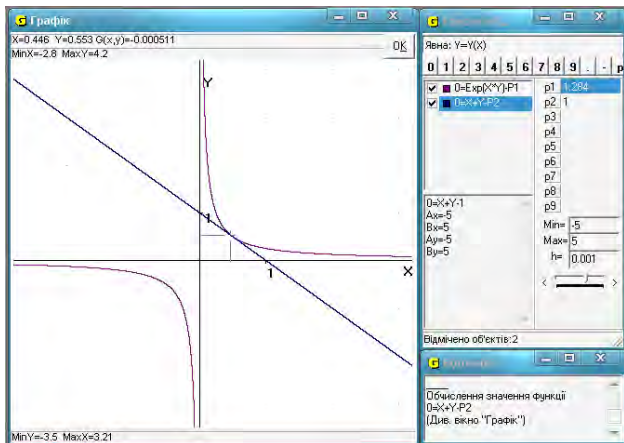


Рис. 6

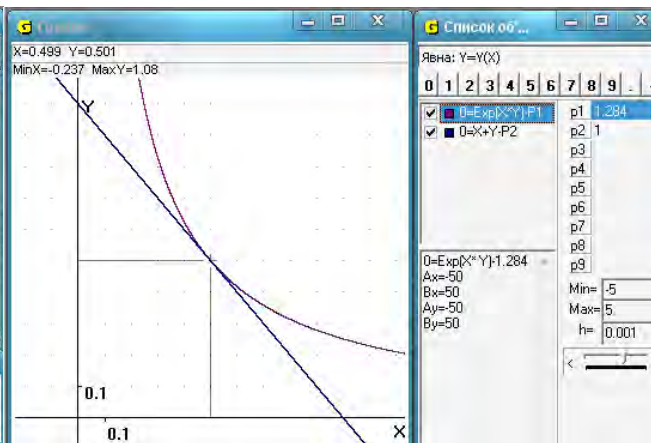


Рис. 7

Розв'яжемо приклад 3 за допомогою Gran1, користуючись графічним методом (Рис. 8а, 8б).

Побудуємо графіки залежності  $X^2+Y^2-1=0$  та  $X+Y-1=0$ . За допомогою послуги *Операції*→*Нерівності*→*C-ма нерівностей*  $G(x,y) < (>) 0$  встановлюємо, що мінімум та максимум треба знаходити на множині точок меншої дуги кола, яку відтинає пряма (Рис. 8а, 8б).

Далі побудуємо графіки залежностей  $X+\sqrt{Y}-P1=0$  для різних значень параметра P1.

Слідкуючи за зміною P1, приходимо до висновку, що при заданих обмеженнях функція  $f = x + \sqrt{y}$  набуває мінімального значення в точці перетину прямої та дуги з віссю Oy, а максимального значення – в точці дотику графіка  $X+\sqrt{Y}-P1=0$  та меншої дуги кола  $X^2+Y^2-1=0$ , координати яких можна наближено визначити, навівши на потрібні точки зображення вказівник мишки. Отже, мінімального значення, яке дорівнює 1, дана функція набуває в точках з координатами  $x=0$  та  $y=1$  (рис. 8а). А максимум, який наближено дорівнює 1.577, знаходиться в точці  $x=0.83$ ,  $y=0.55$  (Рис. 8б).

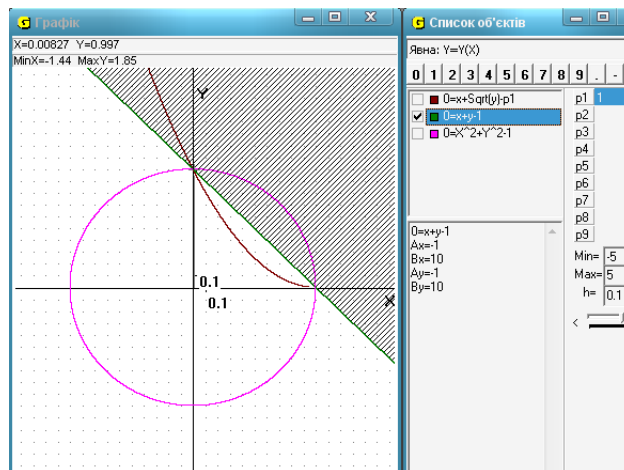


Рис. 8а

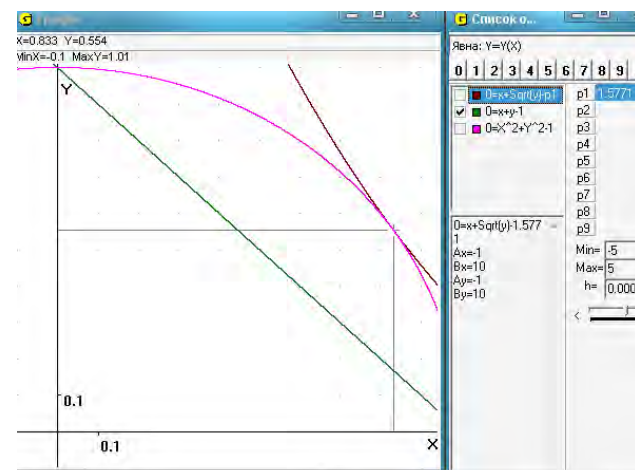


Рис. 8б

Таким чином, за допомогою Gran1 можна знайти мінімум функції з точністю, яка не поступається точності результатів, отриманих за допомогою професійних математичних пакетів. До того ж, графічні методи розв'язування екстремальних задач розвивають уяву та формують необхідні вміння та навички їх розв'язування. Розв'язуючи одну і ту саму задачу різними способами за допомогою різних математичних пакетів, можна краще зрозуміти особливості того чи іншого методу, його переваги та недоліки в залежності від змісту задачі.

Однак, слід мати на увазі, що програмою Gran1 можна скористатися тільки для розв'язування одновимірних та двовимірних задач розглянутого типу.

### Література

1. Жалдак М.І., Горошко Ю.В., Вінниченко Є.Ф. Математика з комп'ютером. Посібник для вчителів. – К: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. – 282 с.
2. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. Навчальний посібник. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 608 с.
3. Дюженкова Л.І., Дюженкова О.Ю., Михалін Г.О. Вища математика: Приклади і задачі. – К.: Видавничий центр «Академія», 2002. – 624 с.

**Змістова підготовка вчителів трудового навчання в галузі прикладної інформатики**

Підготовка кваліфікованих спеціалістів – одне з головних завдань, які ставить перед вищою школою Державна національна програма «Освіта» (Україна XXI століття). Кінець двадцятого століття характеризується кардинальними змінами у різних сферах життя. Це стосується політичних та економічних перетворень, що помітно впливають на рівень життя людей у світі. Насамперед варто звернути увагу на те, що суспільство, в якому на перший план завжди виходили успіхи в промислових технологіях, стало приділяти першочергову увагу інформаційним технологіям. Треба підкреслити, що стрімкий розвиток промислових технологій тривав близько двох третин двадцятого сторіччя, а розвиток інформаційних технологій сягнув майже за одне останнє десятиріччя глобальних розмірів, що помітно вплинуло на економічну, соціальну та політичну сфери життя. Впровадження нових інформаційних технологій (ІТ) вимагає нових підходів до розбудови як системи загальної середньої освіти, так і системи вищої освіти.

Прогрес в галузі інформаційних технологій змушує вести підготовку випускників шкіл на рівні готовності включитися в інноваційні процеси, що перебігають в економіці, науці, освіті, медицині і т. д. Яким чином здійснюватиметься ця підготовка в найближчому майбутньому, залежить від системи навчання вчителів різних предметів, та від їхньої готовності до використання сучасних інформаційних технологій, зокрема комп'ютерно-орієнтованих систем навчання, в своїй професійній діяльності, зокрема володіння основами прикладної інформатики вчителями трудового навчання. Особливу увагу, слід звернути на комп'ютерно-орієнтовані системи навчання всіх без винятку предметів, оскільки володіння знаннями, уміннями і навичками в галузі інформаційних технологій є сполучною ланкою між традиційними педагогічними технологіями і сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями, основою для педагогічно виваженого і доцільного використання сучасних ІКТ в навчальному процесі.

Аналіз результатів навчання основ інформаційних технологій студентів педагогічних вищих навчальних закладів показує, що рівень сформованості знань та практичних умінь студентів, їх самостійності та готовності до подальшої самоосвіти значною мірою не відповідає вимогам сьогодення. Дослідження проблем вищої педагогічної школи зумовлено необхідністю створення якісно нової системи освіти, без якої неможлива побудова незалежної, демократичної, економічно-розвиненої держави, і тому особливе місце в цьому належить підготовці майбутнього вчителя. Від його обізнаності, енергійності, майстерності залежить, які люди в майбутньому стануть за кермо перетворень у народному господарстві, науці, економіці, політиці. Національна система педагогічної освіти і вчитель, як центральна її фігура, покликані формувати інтелектуальний потенціал суспільства, забезпечувати постійний та всебічний розвиток людини, єдність національних й загальносвітових компонентів культури суспільства. Саме тому сьогодні помітно зростають вимоги до спеціальної і загально педагогічної підготовки вчителя, які можна задовольнити лише на основі синтезу новітніх досягнень науки і техніки, сучасної педагогічної науки та історико-педагогічного досвіду минулого.

Питанням підвищення ефективності навчального процесу як у середніх, так і вищих навчальних закладах, підготовці вчителів до використання ІКТ в навчально-виховному процесі присвячені роботи А.Ф. Верляня, М.І. Жалдака, А.П. Єршова, В.І. Клочка, О.А. Кузнецова, Е.І. Кузнецова, В.М. Монахова, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамського, М.І. Шкіля та ін. Аналіз цих робіт дозволяє осмислити проблеми мотивації, методів, прийомів, організаційних форм навчання, формування знань та умінь молодих людей, закласти основу для розуміння проблем навчання у вищій школі.

Особлива увага сьогодні приділяється сучасним інформаційно-комунікаційним технологіям. Адже комп'ютер сьогодні все більше використовується не лише в офісах, а й у промисловому виробництві, навчальних закладах, медицині, торгівлі, сільськогосподарських підприємствах, наукових установах, у військовій справі і т. д. Тому трудове навчання не буде мати перспективи, якщо не буде тим чи іншим чином пов'язане з сучасними інформаційними технологіями. Сьогодні інформаційні технології застосовуються у технічному проектуванні та конструюванні, дизайні, моделюванні та інших технологічних процесах [3, 4, 5].

Як носій знань та досвіду, вчитель трудового навчання має в першу чергу навчити учнів використовувати сучасні технології. Тому при підготовці майбутнього вчителя трудового навчання всеможливі інформаційні технології повинні вивчатися не лише в курсі інформатики, а й при вивченні всіх інших предметів, адже використовувати інформаційні технології повинен учитель трудового навчання безпосередньо у своїй роботі не лише для набирання текстів, а й для креслення,

модельовання, проектування та з іншими цілями, пов'язаними з автоматизацією різних видів людської діяльності [6, 7, 8, 9].

Програмні засоби, які повинен використовувати вчитель технологій в своїй роботі, можна умовно поділити на кілька груп. Перша група – програми загального призначення, які можуть використовувати учителі більшості дисциплін. Сюди можна віднести каталогізатори, переглядачі та редактори сканованих зображень, програми для перевірки знань, які вивчаються майбутніми вчителями на заняттях з інформатики та методики навчання свого предмету.

Друга група тісно пов'язана з трудовим навчанням (хоча може використовуватися і при навчанні інших предметів, наприклад, фізики, малювання). В першу чергу сюди можна віднести конструкторські програми та програми для креслення, технічні довідники, програмні засоби для електротехнічної та електронної промисловості, які повинні вивчатися в курсі прикладної інформатики. Більший вибір програмних засобів для використання в декоративно-ужитковому мистецтві. Сюди потрапили менеджери та редактори растрової та векторної графіки, програми для об'ємного моделювання, різноманітні фільтри.

Наведемо короткий огляд програм, які бажано використовувати учителю трудового навчання.

Перш за все, як свідчить досвід, в трудовому навчанні доцільно використовувати програми серії Cad. Більш детально розглянемо програму bCad. Це інтегрований пакет для креслення та об'ємного моделювання для інженерів та дизайнерів, наявність багатовіконного налагоджуваного інтерфейсу з піктограмами забезпечує умови для швидкого засвоєння навичок роботи з програмою. Можливий експорт та імпорт креслень та об'ємних моделей з AutoCad та 3D Studio, при роботі з програмою вимоги до системних ресурсів в порівнянні з іншими аналогічними програмами досить помірні.

Комерційна версія цієї програми є платною, але для навчальних цілей можна використати демонстраційну версію або версію для учнів та студентів bCad-студент. Обмеженнями демо-версії є можливість зберігання лише до 32 об'єктів (ліній, дуг, кіл, куль, паралелепіпедів тощо) та менший вибір 3D-об'єктів. Для школи бажано використовувати базову російськомовну версію (12,3 Мб) або bCad Студент (14,7 Мб). Більш детальні відомості про програму можна знайти на сайті [10]. На цьому ж сайті є навчальні та довідкові матеріали, в яких на конкретних прикладах детально ілюструються можливості використання програми. Це дає можливість досить легко і зручно ознайомитися з правилами роботи з програмою. Також можна самостійно опанувати роботу з програмою за наведеними навчальними прикладами.

Майбутній учитель трудового навчання може використовувати програму bCad для виконання об'ємних ілюстрацій для роздаткового матеріалу, публікацій, методичних настанов, для виконання двовимірних зображень, для створення елементів плакатів та іншої наочності, для виконання розрахунків об'ємних деталей (площа, об'єм).

Освоївши інтерфейс та основні 20-25 команд даної програми, можна за невеликий проміжок часу створити об'ємну модель майбутнього виробу, наприклад підсвічника (рис. 1).

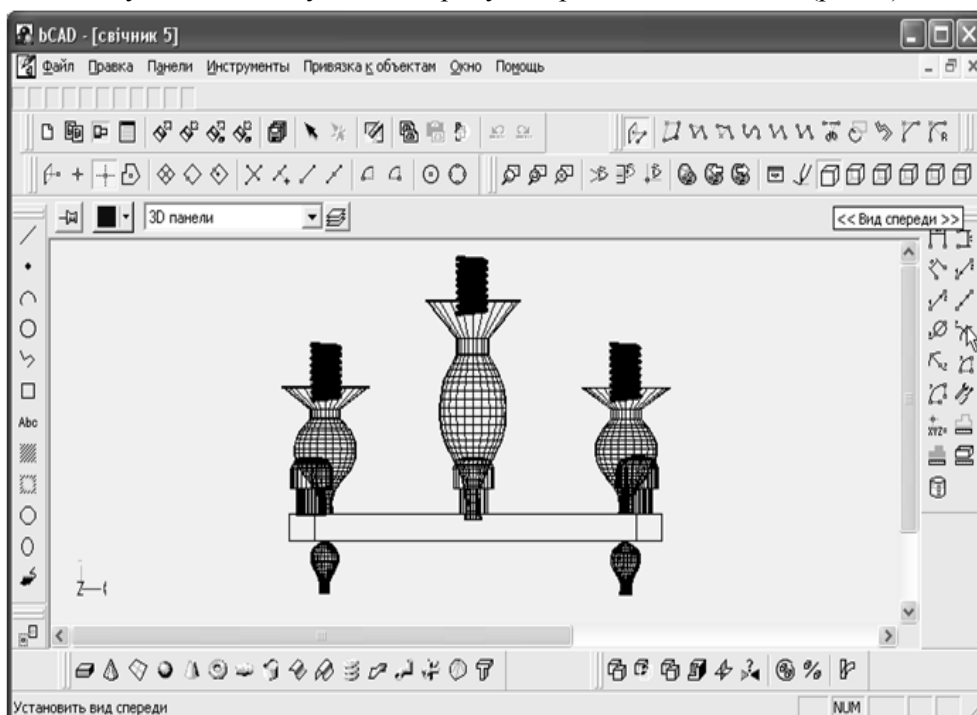


Рис. 1

Кожну деталь необхідно розмістити у потрібному положенні та вказати необхідний матеріал (імітація сталі, різних порід деревини).

Малюнок покриття можна створити самостійно у растровому редакторі, або використати готові текстури деревини у растрових форматах. Результат можна отримати, повернувши віртуальну модель на певний кут та натиснувши кнопку тонування. Після простих налаштувань потрібно «натиснути» кнопку Ок (рис. 2).

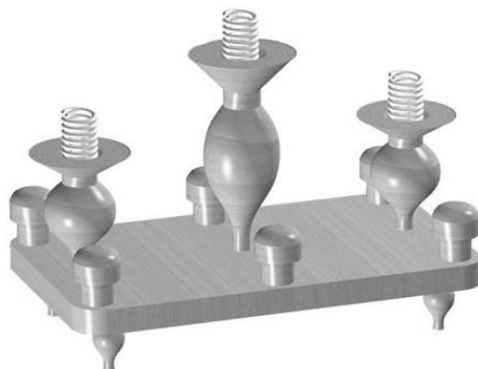


Рис. 2

Цікавою та простою є функція створення об'ємних деталей та моделей за допомогою кнопки «Поверхня обертання».



Рис. 3

Для її створення необхідно створити контур обертання, «натиснути» кнопку «Поверхня обертання», вибрати кількість поворотів та кут повороту, вісь обертання. Виконання деталей обертання є однією з найпростіших вправ. І тому подібні вправи можна виконувати відразу після ознайомлення з програмою.

Для того, щоб краще зрозуміти конструкцію та форму об'єкта трудової діяльності, бажано крім плоских креслень продемонструвати і об'ємне зображення. Тому майбутні вчителі можуть використовувати програму для технічного моделювання з дидактичною метою. На рис. 4 зображені за допомогою редактора модель пристосування для шліфування в свердильному верстаті без покриття та модель з покриттям.



Рис. 4

При створенні даної моделі використана послуга програми обертання поверхні. Для створення шестигранної гайки у налаштуваннях послуги обертання поверхні було виставлено число 6.

Спеціалізована програма для креслення та об'ємного технічного моделювання «Компас» також може використовуватися учителем трудового навчання. Програмний продукт створений російською компанією АСКОН і один з перших почав використовуватися в освіті Росії [11]. Створені навчальні

версії цієї програми для школи. Розглянемо версію КОМПАС-3D V10 . В цій версії порівняно з іншими оновлений інтерфейс, використані нові стилі додатків та кольорові схеми (рис. 5).

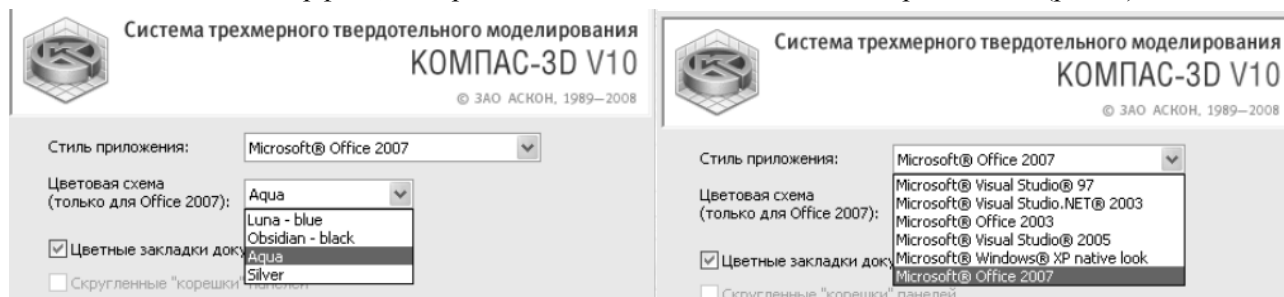


Рис. 5

Компанія виробник даного програмного засобу зацікавлена в розробці навчального варіанту програми для шкіл, професійних навчальних закладів, а також в поширенні свого продукту.

Використання системи КОМПАС–3D V10 дозволяє провести всі передбачені курсом "Геометрія" й "Креслення" геометричні побудови. При цьому важливо підкреслити, що алгоритми геометричних побудов закладені в системі у формі математичних моделей і надаються користувачеві у формі послуг віртуальних інструментів.

За допомогою системи Компас можна оформляти документацію, автоматично передавати зображення 3D в асоціативні креслення (рис. 6)

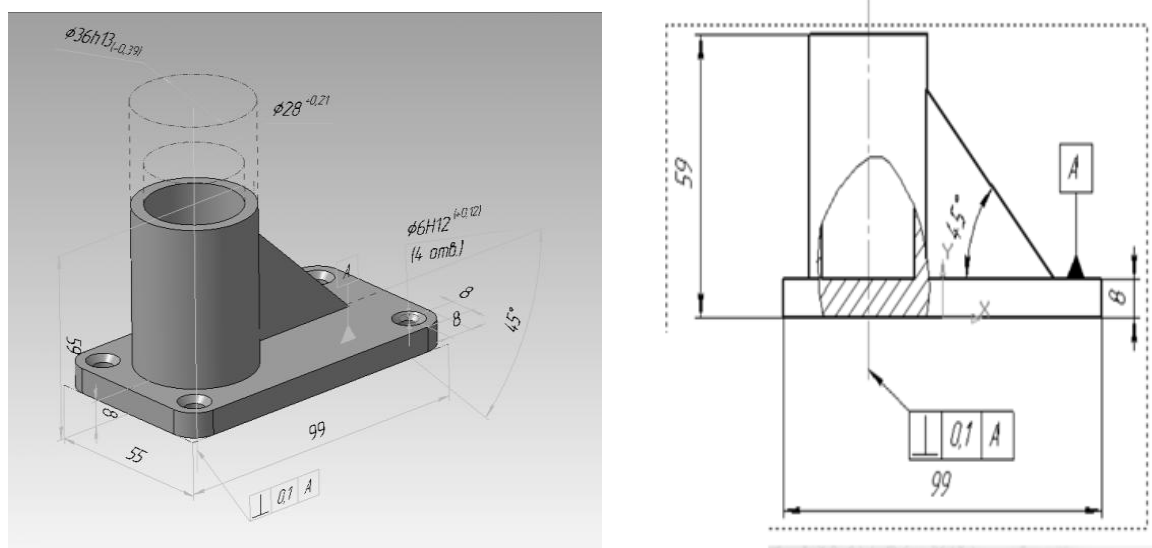


Рис. 6

При роботі з моделями складальних креслень в системі Компас 3D можна виконувати ті самі операції, що і при роботі з моделлю деталі, а саме:

- додавання і вилучення матеріалу;
- створення фасок заокруглень;
- створення ребер жорсткості і т.д.

На складальних кресленнях в Компас 3D можна зображати різьбу умовно. Майбутній вчитель трудового навчання може використовувати дану програму як для виготовлення креслень об'єктів трудової діяльності, так і для виготовлення технологічних карток. За допомогою програми можна при наявності базових навичок швидко і якісно отримувати креслення, їх редагувати, не затримуючись на деяких рутинних операціях. При потребі можна легко виправити помилки або змінити деякі конструктивні елементи деталей. Наприклад, на всі об'єкти трудової діяльності можна підготувати креслення деталей та складальні креслення, які демонструються у вигляді презентації, і тоді під час практичної діяльності автоматично знімуться багато запитань стосовно форми та конструктивних елементів деталей.

Підготовка майбутнього вчителя трудового навчання в Переяслав-Хмельницькому державному педагогічному університеті імені Григорія Сковороди включає ознайомлення студентів з такими програмними засобами. Теоретичні знання, отримані майбутніми вчителями технологій при вивченні курсів «Нарисна геометрія» і «Технічне і машинобудівне креслення», «Різання матеріалів» і «Деталі машин» знаходять своє практичне закріплення в курсі прикладної інформатики. Так після вивчення курсу прикладної інформатики студенти університету виконують за допомогою системи Компас 3D курсовий проект з деталей машин.

На рис. 7-8 показана робота студента 4 курсу педагогічно-індустріального факультету: креслення редуктора, модель редуктора та компоненти, з яких складається редуктор.

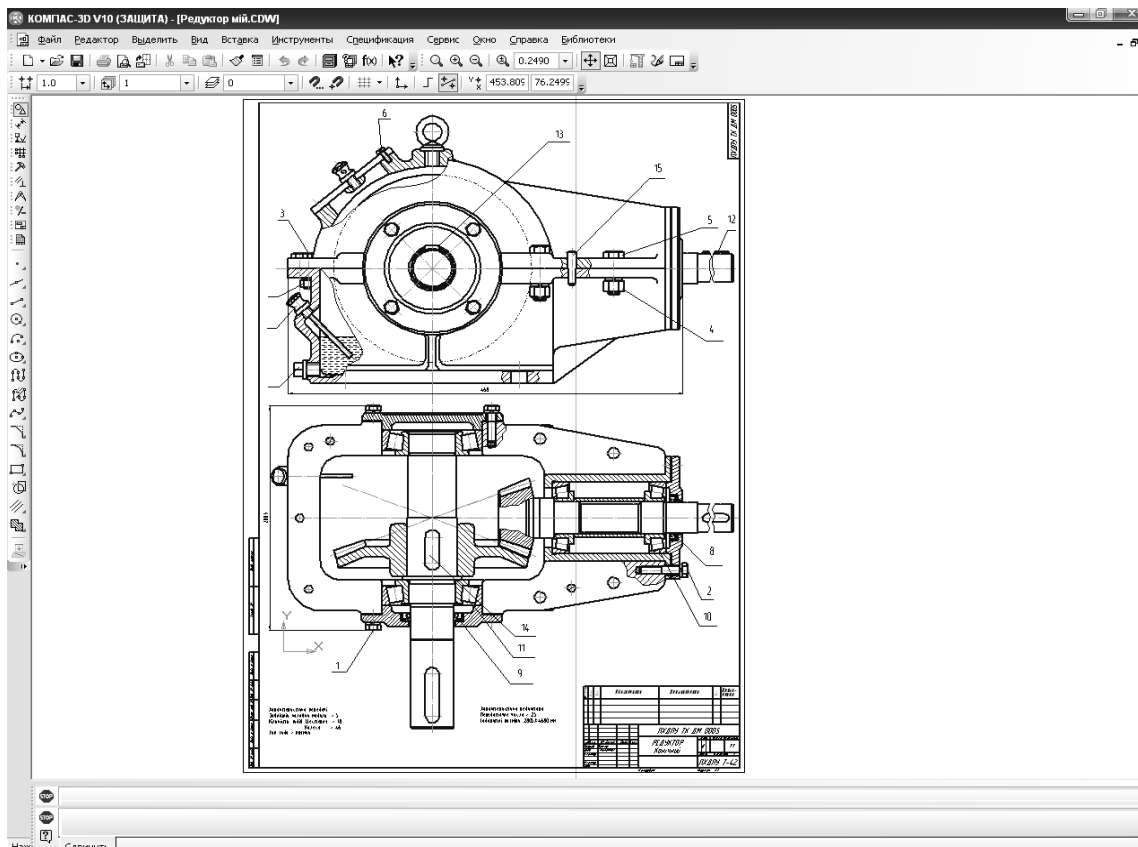


Рис. 7

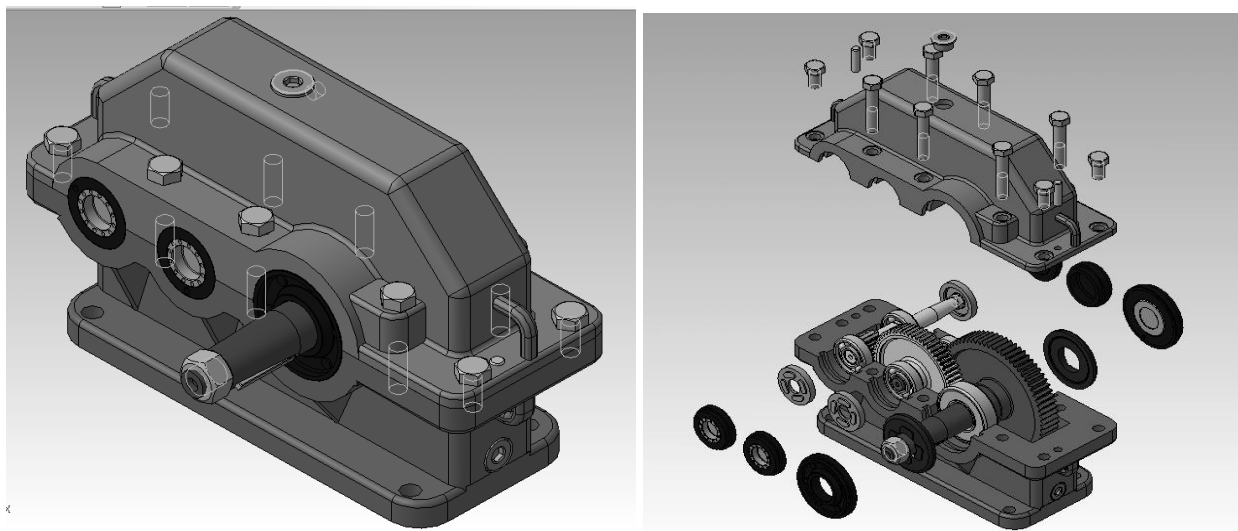


Рис. 8

**Висновки.** Розглянуті програми є ефективним засобом у підготовці вчителя трудового навчання до педагогічної діяльності. Використання цих програм в навчальному процесі розширює межі використання сучасних комп'ютерних технологій в майбутній професійній діяльності вчителів трудового навчання. Враховуючи співвідношення ціна/вартість, вони є дуже привабливою альтернативою до дорогих професійних програм. Вивчення подібних програмних засобів сприяє формуванню у студентів відповідних компонентів професійних педагогічних та інформатичних компетентностей, дає не тільки предметні знання, а й формує здатність майбутніх учителів застосовувати набуті знання з ІКТ у навчально-виховному процесі, спрямовуючи його на розвиток особистості учня.

#### Література

1. Бочков А.Л. Трехмерное моделирование в системе Компас-3D / Бочков А.Л. – СПб : СПбГУ ИТМО, 2007. – 64 с. – (Практическое руководство).

2. Воронцов Б.О. Креслення на комп'ютері: КОМПАС–ГРАФІК / Б.О. Воронцов, І.Г. Бочарова. – К.: Шк. Світ, 2009. – 128 с. – (Бібліотека «Шкільного світу»).
3. Кремльова Л.В. Твердотільне геометричне моделювання фрез загального призначення: навч. посіб. до виконання лабор. робіт / Кремльова Л.В. – Северодвінськ: Севмашвтуз, 2003. – 49 с.
4. Компьютерная графика: практикум / [Ляшков А.А., Притыкин Ф.Н., Леонова Л.М., Стриго С.М.]. – Омск: Изд. ОмГТУ, 2007. – 114 с.
5. Расторгуева Л.Г. Лабораторный практикум по компьютерной графике / Расторгуева Л.Г. – Альметьевск: Альметьевский гос. нефтяной ин-т, 2005. – 162 с.
6. Шевчук Л.Д. Структура готовності майбутніх вчителів технологій до використання засобів прикладної інформатики / Технологічна освіта: досвід, перспективи, проблеми: збірник наукових праць. – Переяслав-Хмельницький, 2009. – Вип. 3-4 – 247 с.
7. Шевчук Л.Д. Основи методичної системи навчання прикладної інформатики студентів індустріально-педагогічних спеціальностей / Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наукових праць – Ред. Рада ім. М.П. Драгоманова 2010. – № 8(15) – С. 109-115.
8. Шевчук Л.Д. Методика застосування технологій прикладної інформатики в школі та вищому педагогічному закладі. / Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди» Науково-теоретичний збірник. – Переяслав-Хмельницький, 2010. – Вип. 18 С. 147-153.
9. Шевчук Л.Д. Прикладна інформатика: Навчальний посібник для студентів педагогічно-індустріальних факультетів вищих навчальних закладів / За редакцією М.І. Жалдака. – Київ : Видавництво НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2010. – 215 с.
10. <http://www.propro.ru>.
11. [www.ascon.ru](http://www.ascon.ru)

**Покришень Д.А.**

Чернігівського державного технологічного університету

### **Особливості використання GRAN1 в ОС Windows, Linux, MacOSX**

Важливою проблемою у застосуванні комп'ютерних програм є вирішення правових та фінансових проблем, пов'язаних з придбанням і легальним використанням програмного забезпечення, в тому числі і операційної системи (ОС), на основі для якої відбувається надбудова прикладного програмного забезпечення (ПЗ).

Мета, цілі навчання інформатики чітко визначені в регламентуючих документах, таких як проект державного стандарту на освітню галузь *інформатика* [5], програма [4], проте засоби навчання (в тому числі ОС і ПЗ) не є регламентовані та уніфіковані.

Сучасне масове програмне забезпечення не задовольняє педагогів та користувачів з великої кількості причин, до яких можна віднести: відсутність україномовного (різномовного) інтерфейсу, невідповідність апаратної частини використовуваним програмам. Перепоною у використанні того чи іншого ПЗ може стати і його платність.

При виборі ОС слід враховувати наступні фактори: підтримка великої кількості апаратних засобів, наявність необхідного ПЗ, можливість використання вже існуючого ПЗ, відповідність стандартам, антивірусний захист, захист системних файлів та файлів користувачів, технічна підтримка, ліцензійна чистота ОС та ПЗ. З вище сказаного випливає необхідність використання досить стабільної, невибагливої та бажано безплатної системи.

Багато дослідників, а саме: Є.Ф. Вінніченко, В.Ю. Габрусев, Ю.В. Горошко, М.І. Жалдак, Н.В. Морзе, А.В. Пеньков, Ю.С. Рамський займались психолого-педагогічними та методичними аспектами використання прикладного ПЗ, його впровадження у навчально-виховний процес середніх та вищих навчальних закладів. Але питання запуску та підтримки різних ПЗ на базі різних ОС, враховуючи їх особливості, до сьогодні вивчені недостатньо.

Розглянемо особливості запуску та використання ПЗ GRAN1 у ОС *Windows2000*, *WindowsXP*, *WindowsVista* (*x32 Ultimate*), *Windows7* (*x64 Ultimate*), різних дистрибутивах *Linux* та ОС, яка отримує все більшу популярність серед користувачів – *MacOS X*.

#### **Windows2000**

Розгляд даної версії ОС було обумовлено її широким використанням у середніх та вищих навчальних закладах. В загальному випадку жодних особливостей до запуску та використання ПЗ GRAN1 на базі даної ОС немає, оскільки ПЗ був розроблений для роботи з ОС *Windows 98* та проблем із сумісністю не виникає. Для завантаження програми необхідно запустити файл *Gran1.exe*.

#### **WindowsXP**

На сьогодні дана версія *Windows* є найбільш поширеною на домашніх комп'ютерах. Щодо особливостей використання ПЗ GRAN1 проблем також не існує, але зовнішній вигляд ПЗ залишився із стилем від *Windows 98*, не прийнявши стилі оформлення інтерфейсу від *WindowsXP* (рис. 1). Для того, щоб GRAN1 виглядав більш сучасно, необхідно за допомогою стандартної пошукової системи

Windows знайти будь-який файл з розширенням *.manifest*. Робимо копію цього файлу у папку з ПЗ GRAN1 та змінюємо його назву на *Gran1.exe.manifest*. Запускаємо файл *Gran1.exe* та дивимось на зміни (рис.2).

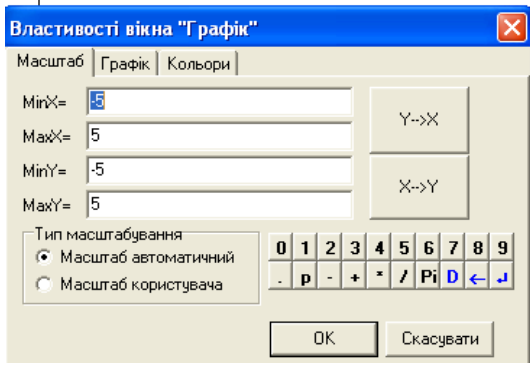


Рис. 1

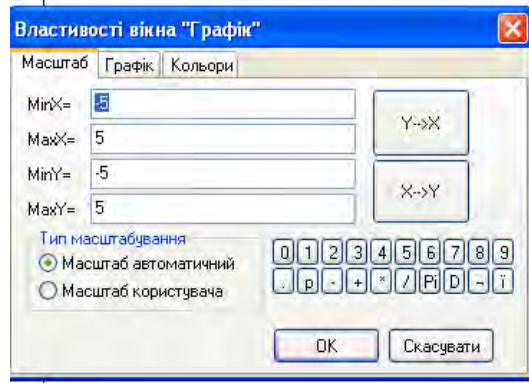


Рис. 2

### Windows Vista

Дана версія хоч і не є досить поширеною, але зустрічається на нових комп'ютерах та ноутбуках. Так само, як і у *Windows2000*, запустивши файл *Gran1.exe*, можна користуватися ПЗ, а використання файлу *Gran1.exe.manifest* дозволить застосувати теми *WindowsVista* (рис. 3). Слід зазначити, оскільки ПЗ GRAN1 відноситься до 32 бітних програм, жодних перешкод його використання на основі *WindowsVista (x32 Ultimate)* не виникло, але можливі проблеми із швидкістю ПЗ на *WindowsVista x64*.

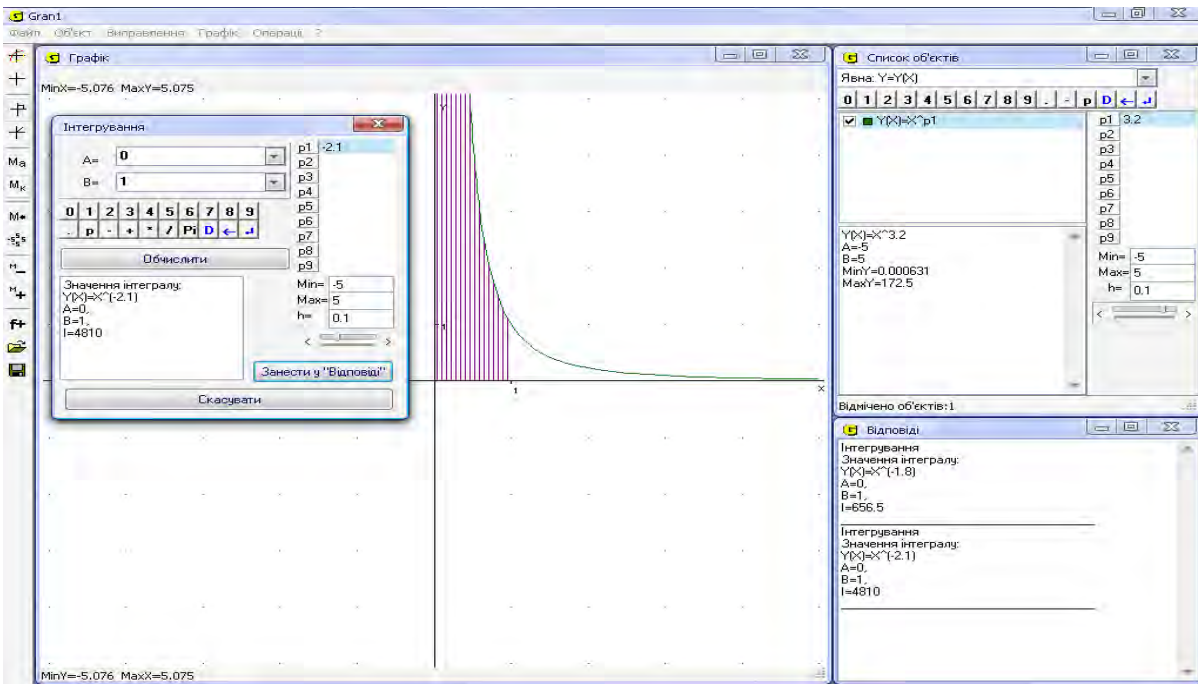


Рис. 3

### Windows7 (x64 Ultimate)

Серед всіх версій сімейства *Windows* дана версія є найбільш вдалою. ОС *x64* при встановленні ПЗ автоматично розрізняє його (32 та 64 бітні) та встановлює у *Program Files* або *Program Files (x86)*. Запуск ПЗ GRAN1 відбувається так само за допомогою *Gran1.exe* (рис. 4). Файл *Gran1.exe.manifest* краще не використовувати, тому що не у всіх темах *Aero* він підтримується та програма може не завантажитись.

Якщо виникла проблема із сумісністю ПЗ з ОС *WindowsVista* або *Windows7*, то її можна змінити у властивостях файлу *Gran1.exe*, закладка *Совместимость*, у полі зі списком можна вибрати варіант сумісності. У *Windows7* він має вигляд, як зображено на рис. 5.

Проблем, пов'язаних із відображенням шрифтів у різних версіях *Windows*, не виникло.



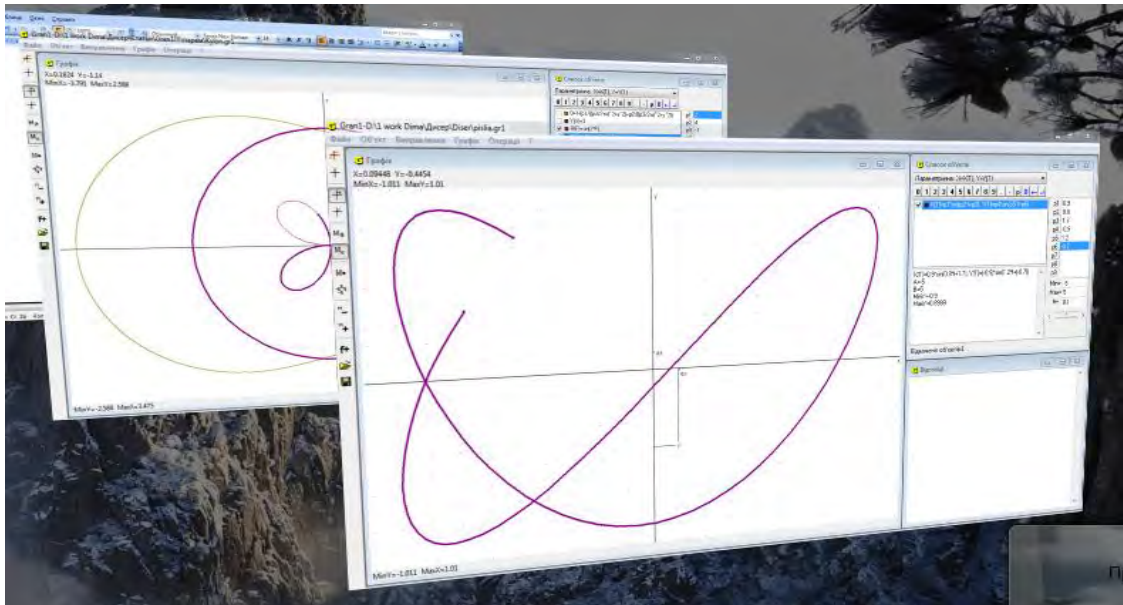


Рис. 4

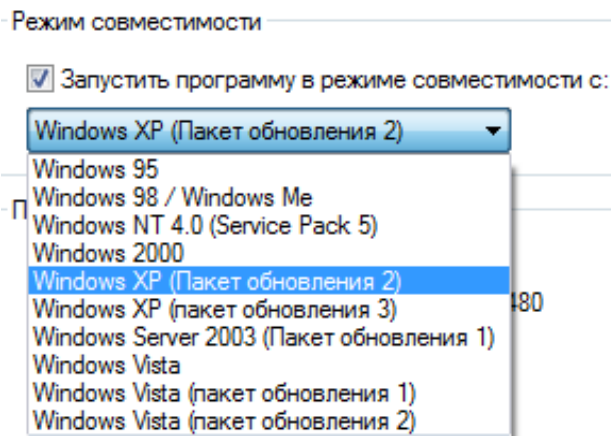


Рис. 5

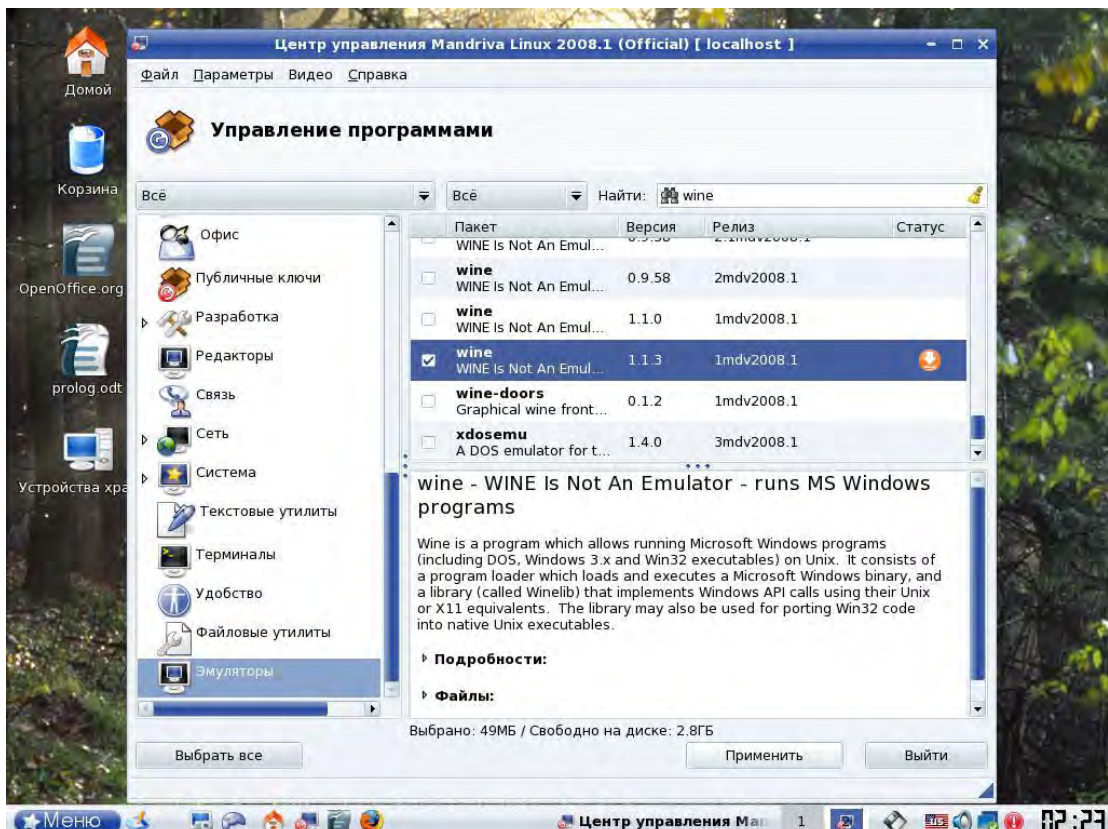


Рис. 6

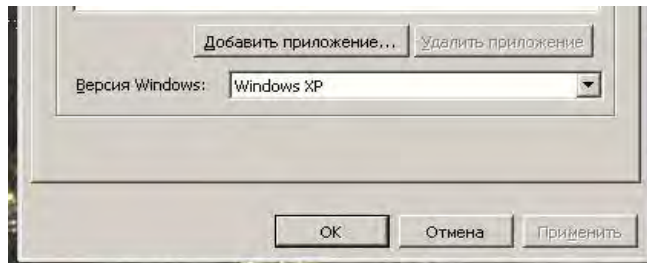


Рис. 7

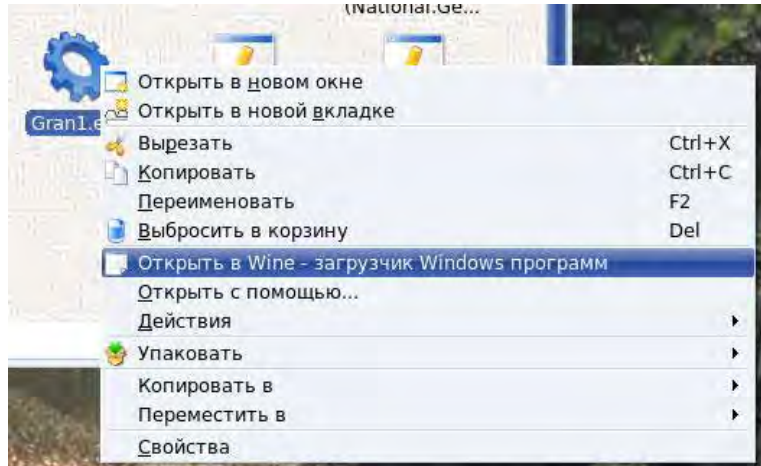


Рис. 8

Для використання ПЗ GRAN1 у UNIX-подібних системах необхідні спеціальні утиліти, такі як: *Wine*, *CrossOver*, *Cedega*.

*Wine* – вільно поширюване програмне забезпечення, призначене для запуску прикладних програм, розроблених для *Microsoft Windows*, в UNIX- подібних системах.

*CrossOver* – програма, призначена для запуску програм, розроблених для *Microsoft Windows*, на базі ОС *GNU/Linux* та *MacOSX*. Відмінність від утиліти *Wine* є платність та направленість на офісне ПЗ.

*Cedega* (стара назва *WineX*) – програма призначена для запуску *Windows*-ігор на базі ОС *GNU/Linux*.

### **Дистрибутиви GNU/Linux**

Проведений аналіз сучасних ОС показав доцільність використання дистрибутивів *Linux*, що відповідає всім вищезгаданим критеріям. Розглянемо налагодження та роботу з ПЗ GRAN1 у системі *Linux* (а саме дистрибутив *Mandriva Linux 2008.1*, ядро 2.6.24.4-desktop586-3mnb, KDE 3.5.9), що поширюється на основі ліцензій *GPL*, *Open Source* та інших, що дозволяють вільно використовувати програмний продукт для навчальної діяльності. Даний дистрибутив був обраний тому, що інтерфейс користувача дуже схожий на інтерфейс ОС *Windows* та буде інтуїтивно зрозумілий користувачеві, який користувався ОС *Windows*.

Щоб завантажити ПЗ GRAN1, необхідно спочатку встановити та налагодити спеціальну утиліту-емулятор *Wine*. Це робиться наступним чином: вмикаємо з'єднання з Інтернетом, заходимо в „Центр управління *Mandriva Linux*”. Переходимо на закладку „Управление программами”, „Установка и удаление программ”. У вікноці, що з'явилось переходимо у поле „Найти” та вписуємо необхідну програму *Wine* (рис. 6).

Вибираємо прапорець напроти нової версії та погоджуємось з завантаженням. В залежності від швидкодії з'єднання з Інтернетом цей етап може зайняти різну кількість часу (приблизно 15 мегабайт пакетів). Після завершення завантаження переходимо до налагодження утиліти „Меню – Утилиты – Эмуляторы – Wine”. Вибираємо на закладці „Приложения” версію *Windows* для сумісності (рис. 7). Натиснувши кнопку *OK*, завершуємо налагодження утиліти.

Для запуску ПЗ GRAN1 необхідно обрати *Gran1.exe*, викликати контекстне меню та обрати команду „Открыть в Wine – загрузчик Windows программ” (рис. 8).

Програмний засіб GRAN1 було запущено під версіями *Wine 1.1.3* та *0.9* на ОС *Mandriva Linux 2008.1*, *Ubuntu 7.10* (рис. 9) та *Mops 6.1* відповідно. На деяких ОС необхідно встановити додаткові шрифти для відображення українських літер.

Не завжди потрібно проводити встановлення даної утиліти, існують версії системи *Linux*, наприклад *Mops 6.1 2.6.22* (Slackware 12.0), в яких вже вбудовано дану утиліту певної версії. В нових версіях дистрибутивів *Linux*, до яких можна віднести *Deep Style*, *Fedora*, *Debian*, *ASP*, *Ubuntu*, також підтримується утиліта *Wine*, за допомогою якої може бути запущено педагогічно-програмний засіб GRAN1. З великою вірогідністю є можливість запуску GRAN1 на ОС *Desktop BSD*, *Open Solaris* (SUN).

Таким чином використання *Wine* дозволяє легко поєднувати ППЗ, створені для *Windows*, з перевагами ОС *Linux*.

### *MacOS X*

Все більшої популярності серед користувачів набуває ОС, розроблена компанією Apple, яка постачається разом з комп'ютерами Macintosh. Дана ОС стійка до вірусних атак, шпигунських програм; показала свою стабільну роботу та нескладність у використанні. Офіційні назви деяких *MacOS X*: 10.4 *Tiger*, 10.5 *Leopard*, 10.6 *Snow Leopard*.

Як вже зазначалось, ПЗ GRAN1 було розроблено для роботи в ОС *Windows*. Для його завантаження у *MacOS X* є кілька утиліт *Wine* та *CrossOver*.

Процедура встановлення, налагодження та використання утиліти *Wine* у *MacOS* досить громіздка, недосвідченому користувачеві буде дуже важко нею користуватися. Тому розглянемо використання програми *CrossOver*.

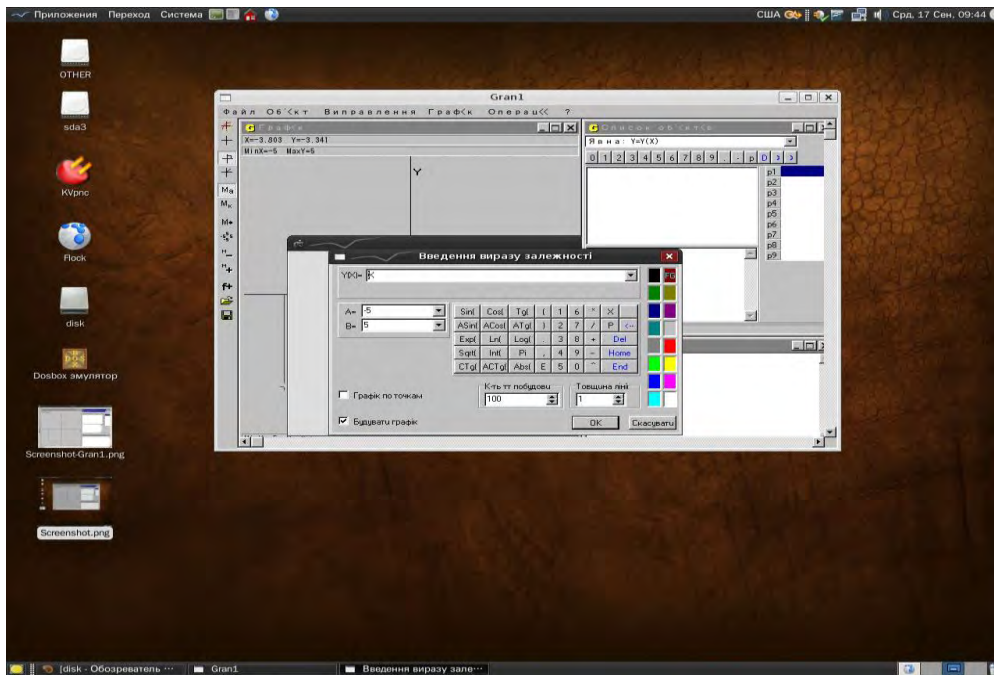


Рис. 9

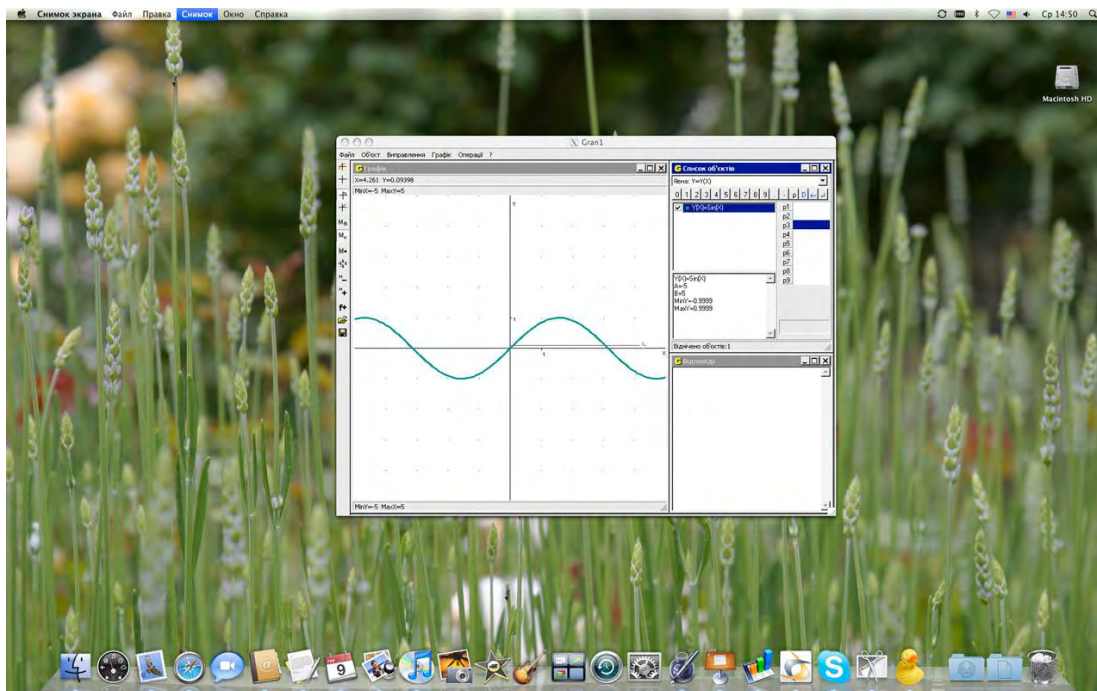



Рис. 10

Взагалі *CrossOver* є комерційною програмою, але вона може бути включена до прикладного програмного забезпечення, що постачається разом з комп'ютером та ОС, або можна завантажити 30-ти денну демо-версію даного продукту (наприклад *crossover-demo-7.1.0*). Після встановлення та реєстрації *CrossOver* піктограми всіх файлів з розширенням *.exe* набувають вигляду . Надалі

робота з ними відбувається, як і у ОС *Windows*. Для завантаження ПЗ GRAN1 необхідно запустити файл *Gran1.exe* (рис. 10).

GRAN1 було завантажено за допомогою програми *CrossOver7.1* на Apple iMac 24" MB418rs/a з ОС *MacOS X 10.5.8 Leopard* проблем із завантаженням, відображенням та роботою ПЗ GRAN1 не виникло.

ПЗ GRAN1, розроблений М.І. Жалдаком та Ю.В. Горошком для роботи на базі ОС *Windows*, виявився досить універсальним та адаптованим до інших ОС. Таким чином можна зробити висновок, що незалежно від вибору операційної системи та виробника апаратної частини є можливість використання ПЗ GRAN1 та всіх його особливостей.

### Література

1. Бендел Дэвид, Нейпир Роберт. Использование Linux: Спец. изд. / А.В. Бугаенко (пер. с англ.). – 6.изд. – М.: СПб. ; К.: Вильямс, 2003. – 783с. – ISBN 5-8459-0234-7 (рус.). – ISBN 0-7897-2543-6 (англ.).
2. Валади Джанет. 100% самоучитель Linux: Пер. с англ. – М.: Технолоджи-3000, 2006. – 335 с.: рис. – ISBN 5-94472-035-2. – ISBN 0-13-185354-6 (амер.).
3. Габрусев В.Ю. Зміст і методика вивчення шкільного курсу інформатики на основі вільно поширюваної операційної системи LINUX: Дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Валерій Юрійович Габрусев / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2003. – 221 арк.
4. Жалдак М.І. Основи інформатики та обчислювальної техніки. Програма для середніх закладів освіти. / Жалдак М.І., Морзе Н.В., Науменко Г.Г. // – Шкільний світ, Київ 2001. – 72 с.
5. Жалдак М.І., Рамський Ю.С. Державний стандарт середньої освіти в Україні (Проект). Інформатика. – К.: Генеза, 1997. – С. 48-59.
6. Каныгин Ю.М. Информатика как фундаментальная наука. (Препринт научного доклада Украинской академии информатики). / Каныгин Ю.М., Ермошенко Н.И., Калитич Г.И.// – К.: – 1993. – 24 с.
7. Brockmeier Joe, LeBlanc Dee-Ann, McCarty Ron. Linux routing. — Boston etc., 2002.
8. Moody Glyn. Rebel code: The inside story of Linux and the open source revolution. – N.Y., 2002.

**Біляй Ю.П.**

НПУ імені М.П. Драгоманова

### Система контролю знань до дистанційного курсу “Теорія ймовірностей і математична статистика”

Сучасне тестування являє собою комплекс стандартизованих методів вимірювання параметрів, через які визначають рівень підготовки людини і відповідність освітнім стандартам у конкретній галузі знань [1, 2]. При цьому широко використовуються математичні методи планування й опрацювання результатів тестування, а також сучасні технології опрацювання даних. Об'єктивний контроль знань, вмінь і навичок вдається здійснити при критеріально-орієнтованій інтерпретації тестування. Критеріально-орієнтоване тестування призначене не тільки для оцінювання рівня знань, а й для визначення рівня індивідуальних досягнень відносно певного критерію на підставі аналізу змісту завдань. Тому, враховуючи індивідуалізацію навчання, конструювання критеріально-орієнтованих тестів є одним із провідних та найактуальніших напрямків розвитку теорії тестів.

В сучасних навчальних системах потрібно знати складність кожного завдання тесту. Така складність апробується і визначається емпірично [3]. Так виникає одне із головних питань теорії тестів – питання побудови ефективного тесту.

Історично виділяють два основні підходи до створення тестів. Перший з них набув широкого розвитку в рамках класичної теорії тестів. Згідно з ними, рівень знань учасників тестування оцінюється за допомогою індивідуальних балів. Бал обчислюють як алгебраїчну суму оцінок виконання кожного завдання тесту. Класична теорія тестів ґрунтується на статистичних методах аналізу результатів тестування.

Складність завдань можна визначити двома способами [6]:

- на основі оцінки передбачуваного числа і характеру розумових операцій, необхідних для вдалого виконання завдань;
- на основі емпіричної перевірки завдань, з підрахунком частки неправильних відповідей.

У класичній теорії тестів багато років розглядалися тільки емпіричні показники складності. У сучасних теоріях навчальних тестів, які використовуються в дистанційному навчанні, більше уваги приділяється характеру розумової діяльності у процесі виконання тестових завдань різних форм.

Наступною вимогою до тестових завдань є варіація балів.

Якщо на деяке завдання правильно відповідають всі студенти, то таке завдання стає не тестовим. Учасники тестування відповідають на нього однаково: між ними немає варіації. Нетестовим вважається також завдання, на яке немає жодної правильної відповіді. Варіація при

цьому теж дорівнює нулеві. Нульова варіація означає практичну необхідність викидання завдання із тесту.

Штучність деяких припущень класичної теорії тестів і деякі її практичні недоліки помітно вплинули на розвиток критичних тенденцій. Цьому в першу чергу сприяли сумніви в об'єктивності емпіричних оцінок складності завдань тесту. А саме: виникло питання про правомірність традиційного оцінювання складності завдань за допомогою частки правильних чи неправильних відповідей.

При традиційному підході до зміни рівня складності завдань на різних вибірках відповідей студентів з різними рівнями підготовки залишається відкритим питання про об'єктивність значень параметра складності завдань тесту [1]. Спроба введення вагових коефіцієнтів, що відображають вагу завдання в індивідуальному балі студента, суттєво не виправляє такі недоліки. Значення цих коефіцієнтів можна, в свою чергу, поставити під сумнів. Деякі з них визначаються суб'єктивно, на основі думки педагога про складність завдання. Оцінки решти з них базуються на емпіричних даних тестування і, відповідно, залежать від рівня знань опитаних студентів.

Другий підхід до створення тестів та опрацювання результатів тестування використовуються в так званій сучасній теорії тестування, що набула широкого розвитку в 1960 - 1980 роках в багатьох країнах [7].

Item Response Theory (IRT) – математична теорія параметричного оцінювання тестових завдань і результатів тестування. Відповідно до цієї теорії встановлено, що між результатом виконання, що спостерігається, і рівнем знань учасників тестування є деяка залежність, яку можна виразити за допомогою деякої функції.

До найбільш вагомих переваг IRT відносять:

- стійкі об'єктивні оцінки параметра складності завдань, що не залежать від властивостей вибірки відповідей студентів, які виконують тест;
- вимірювання значень параметрів знань студентів і завдань тесту в одній і тій самій шкалі, що дозволяє поставити у відповідність рівень знань кожного учасника тестування із рівнем складності кожного завдання тесту;
- можливість оцінити ефективність різних за рівнем складності завдань для вимірювання рівня знань студента.

Аналіз сучасних методів тестування та практичних особливостей проведення тестового контролю, а також загальних вимог до комп'ютерних навчальних систем та практичного досвіду їх використання дозволяє визначити загальні вимоги, яким повинні задовольняти комп'ютерні тестові програми. Дотримання цих вимог визначає основні та додаткові можливості використання середовищ тестування.

До складу основних можливостей належать такі:

(Далі кожен можливості покажемо на прикладі її використання при вивченні курсу “Теорія ймовірностей і математична статистика”)

– проводити тестовий контроль на базі тестових завдань закритого та відкритого типів, тобто з наданням (відображенням для вибору) та без надання варіантних відповідей на питання тестових завдань, оскільки тестові завдання інших типів (на відповідність, на встановлення правильної послідовності) можуть бути перетворені в одне або кілька тестових завдань закритого та відкритого типів;

*При роботі з системою Moodle, яка вибрана для розробки курсу, можна додавати всі перераховані типи тестових завдань. В курсі “Теорія ймовірностей і математична статистика” переважно використовуються завдання типу: відповідь “Так/Ні”, “Множинний вибір” та “Числовий”.*

– використовувати кілька бібліотек тестових завдань при проведенні одного тесту з послідовним виконанням тестових завдань з кожної бібліотеки, що дозволить розмістити в окремих бібліотеках тестові завдання з різних тем;

– вибирати тестові завдання з бібліотек тестових завдань в заданій кількості та відображати варіантні відповіді в тестових завданнях закритого типу у випадковому порядку.

*Для курсу “Теорія ймовірностей і математична статистика” тестові завдання до кожної окремої теми містяться в окремій бібліотеці “Категорії”. Для переходу до бібліотеки тестових завдань потрібно у блоці “Управління” (рис. 1) перейти за посиланням “Банк питань” і відкрити вкладку “Категорії” (рис. 2). Щоразу для створення підсумкового тесту модуля використовуються щоразу два тестові завдання, які випадковим чином вибираються з кожної підкатегорії даного модуля (рис. 3).*

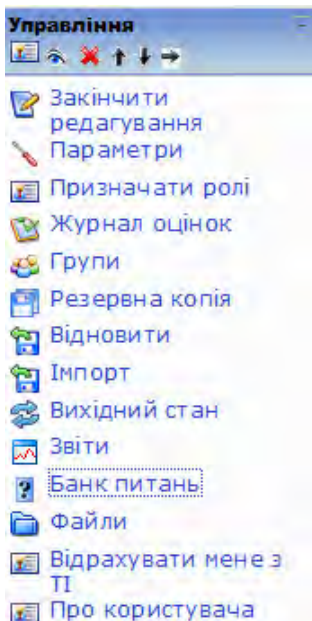


Рис. 1



Рис. 2

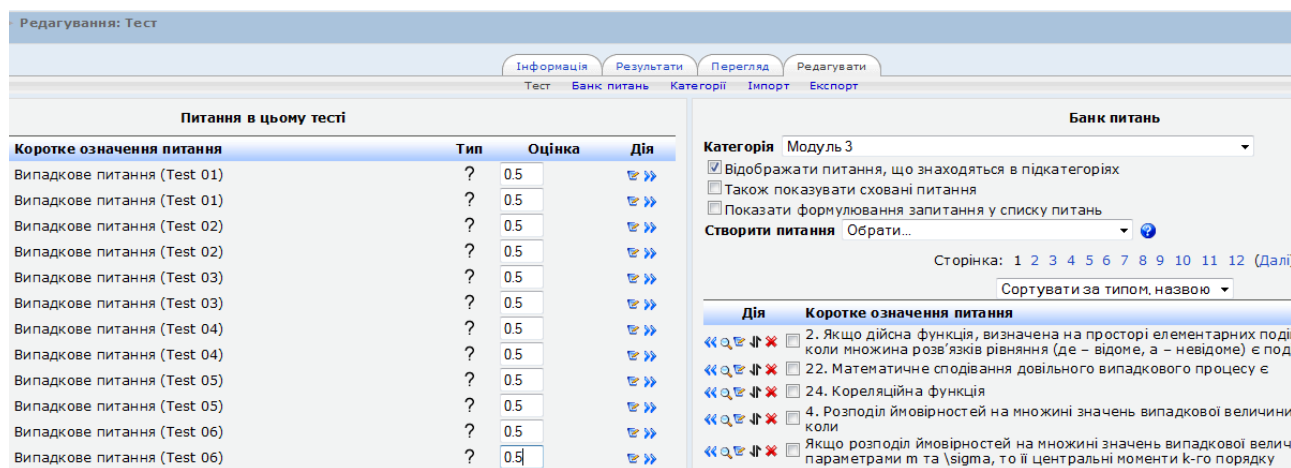


Рис. 3

– оцінювати правильну відповідь або будь-яку відповідь на кожне тестове завдання певною кількістю балів та підраховувати загальну кількість набраних балів і відповідну оцінку за заданою шкалою оцінок;

*Кожне запитання можна оцінити числом, яке відображає відносну складність завдання і записується у колонку “Оцінка”. Якщо запитання вибираються довільним чином, то доцільно вибирати однакові значення оцінки тестового завдання. На рис. 3 оцінка кожного завдання дорівнює 0,5.*

– відводити або не відводити певний час на виконання всього тесту або кожного тестового завдання окремо, що дозволить виконувати тест в різних режимах обмеження часу.

*Проходження тестів не передбачає контролю за користуванням додатковими матеріалами з боку викладача, тому доцільно обмежити час на виконання тесту, щоб при пошуку відповіді на завдання користувач не встигав проходити тестування у повному обсязі. Налаштувати обмеження в часі можна або під час створення тесту, або звернувшись до пункту “Оновити”*

*Тест* і встановити відповідні параметри (рис. 4).

*При роботі з системою Moodle є можливість обмежити проходження тесту за датою. Але при дистанційному вивченні курсу “Теорія ймовірностей і математична статистика” ця можливість не використовується, оскільки вона є доцільною для стимулювання вчасного виконання завдань, коли дистанційний курс використовується для підтримки традиційної форми навчання, або коли термін проходження курсу обмежений в часі (рис. 4).*

До складу додаткових належать можливості:

– задавати кількість можливих разів виконання кожного тесту для обмеження спроб повторного виконання тесту однією особою.

В залежності від призначення тесту (тренувальний чи контролюючий) можна добирати кількість дозволених спроб. Наприклад для тесту на контроль знань доцільно обмежити кількість спроб двома, а метод оцінювання обрати – “Середня оцінка” (рис. 4). При таких параметрах тесту навіть при невеликому банку тестових завдань оцінка досить точно відповідає рівню знань студента. Прикладом тренувального тесту може бути тест з параметрами: кількість спроб – “Необмежена”, метод оцінювання – “Перша оцінка”. При такому виборі параметрів оцінки подальших спроб не будуть враховуватись у загальному заліку.

The screenshot shows a configuration interface for a test. It is divided into several sections:

- Вибір часу (Time Selection):** Includes dropdowns for start and end times, checkboxes for 'Відключити' (Disable), a time limit of 5 minutes with a 'Включити' (Enable) checkbox, and dropdowns for time intervals between attempts.
- Показати (Display):** Includes a dropdown for 'Питань на одній сторінці' (2), and dropdowns for 'Випадковий порядок питань' and 'Випадковий порядок відповідей' (both set to 'Так').
- Спроби (Attempts):** Includes a dropdown for 'Дозволено спроб' (2), and dropdowns for 'Кожна спроба ґрунтується на попередній' and 'Навчальний режим' (both set to 'Ні').
- Оцінки (Grading):** Includes a dropdown for 'Метод оцінювання' (Середня оцінка), a dropdown for 'Нараховувати штрафи' (Так), and a dropdown for 'Десяткове значення в оцінках' (0).
- Опції перегляду (View Options):** A table with three columns: 'Безпосередньо після спроби', 'Пізніше, але тільки поки тест відкритий', and 'Після того, як тест буде закритий'. Each column has checkboxes for 'Відповіді студента', 'Правильні відповіді', 'Коментар', 'Основний коментар', 'Бали', and 'Розширений відгук'.

Рис. 4

– зберігати результати тестування для подальшого їх використання, відображати та вилучати результати тестування при необхідності;

Для перегляду всіх результатів проходження обраного тесту треба перейти за посиланням відповідної назви тесту і відкрити вкладку “Результати” (рис. 5).

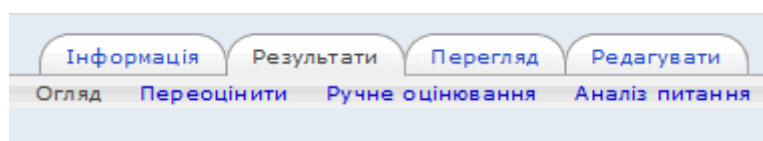


Рис. 5

У вікні браузера з'явиться таблиця (рис. 6)

– аналізувати відповіді на завдання тесту кожного окремого студента або групи.

На відміну від класичної теорії тестів, де індивідуальний бал розглядається як стале число, в IRT параметр трактується як деяка змінна. Початкове значення параметра отримується безпосередньо на основі емпіричних даних тестування. Змінний характер вимірюваної величини вказує на можливість послідовного наближення до об'єктивних оцінок параметрів за допомогою ітераційних методів.

Взаємний аналіз двох множин значень вимірюваної величини породжує результати виконання тесту. Елементи першої множини – це значення параметра, за яким визначається рівень знань учасників тестування  $\theta_i$ , де  $i=1, \dots, n$ . Другу множину утворюють значення параметра  $\delta_j$ , де  $j=1, \dots, m$ , параметри що відповідають рівням складності  $m$  завдань тесту.

Спроби:139										
Всі спроби впливають на фінальну оцінку.										
Ім'я : Усі А Б В Г Г Д Е Є З Ж І Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ю Я										
Прізвище : Усі А Б В Г Г Д Е Є З Ж І Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ю Я										
Сторінка: 1 2 (Далі)										
Прізвище / Ім'я	Тест початий	Завершено	Затрачений час	Оцінка/5	#1	#2	#3	#4	#5	
	19 вересня 2009, 19:27	19 вересня 2009, 19:30	3 хв 3 сек	3.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0/0.5	0.5/0.5	0/0.5	0/0.5
	19 вересня 2009, 19:33	19 вересня 2009, 19:36	2 хв 46 сек	4.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5
	21 вересня 2009, 19:24	21 вересня 2009, 19:26	2 хв 48 сек	3.5	0/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5
	21 вересня 2009, 18:17	21 вересня 2009, 18:20	3 хв	2.5	0.5/0.5	0/0.5	0/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5
	21 вересня 2009, 18:20	21 вересня 2009, 18:20	зараз	0	0/0.5	0/0.5	0/0.5	0/0.5	0/0.5	0/0.5
	21 вересня 2009, 18:03	21 вересня 2009, 18:06	3 хв 4 сек	3.5	0/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5	0.5/0.5

Рис. 6

На практиці ставиться задача: за відповідями студентів на завдання тесту оцінити значення параметрів  $\theta$  і  $\delta$  [8]. Для її розв'язання потрібно відповісти на два питання:

1. Як вибрати співвідношення між  $\theta$  і  $\delta$ ?
2. Як правильно вибрати математичну модель, тобто таку модель, в якій пов'язуються емпіричні результати тестування та параметри  $\theta$  і  $\delta$ ?

В рамках IRT датським математиком Джорджем Рашем у 1957 році була запропонована модель контролю знань, яку часто називають простою логістичною моделлю. Модель Раша спирається на поняття „складність завдання" та „рівень підготовки студентів". Так, одне завдання вважається складнішим, ніж друге, якщо ймовірність правильної відповіді на перше завдання менша, ніж на друге, незалежно від того, хто його виконує.

Таким чином, оцінка складності тестових завдань не залежить від вибірки учасників тестування. Крім того, модель Раша характеризується найменшим числом параметрів: один параметр рівня знань для всіх випробованих та тільки один параметр складності для всіх завдань. Дж. Раш запропонував ввести співвідношення між  $\theta$  і  $\delta$  у вигляді різниці  $\theta - \delta$ , вважаючи, що параметри  $\theta$  і  $\delta$  оцінюються в одній шкалі.

У такій математичній моделі параметри  $\theta$  і  $\delta$  виражаються як показники, задані в одній шкалі логітів. Введення однієї шкали для елементів двох множин  $\theta$  і  $\delta$  дозволяє ввести взаємозв'язок між змінними у вигляді різниці  $\theta - \delta$ , коректно порівняти результати тестування студентів, отримані за допомогою різних тестів, оцінити рівень складності завдань незалежно від рівня підготовки груп студентів.

Можна розглядати умовну ймовірність правильного виконання  $j$ -ого завдання із рівнем  $\delta_j$  різними студентами. Тут незалежною змінною є  $\theta$ , а  $\delta_j$  – параметр, що визначає складність  $j$ -ого завдання:

$$P_j(x_{ij} = 1 | \delta_j) = \varphi(\theta - \delta_j), j=1, \dots, m.$$

В теорії IRT функцію  $\varphi(\theta)$  називають „Item response function" (IRF). Спеціальну назву має графік такої функції – характеристична крива  $j$ -ого завдання (ICC). При виборі вигляду функції  $P_j$  враховують результати як емпіричного, так і математичного характеру. Припустивши, що на множинах значень параметрів змінних  $\theta$  і  $\delta$  розподіли ймовірностей нормальні, маємо дві такі функції. Одна з них позначається  $\Psi(x)$  – деяка логістична функція, інша  $\Phi(x)$  – інтегральна функція нормованого нормального розподілу. Оскільки для одних і тих самих значень  $x$  ординати точок графіків функцій  $\Phi(x)$  і  $\Psi(1.7x)$  відрізняються достатньо мало, а саме

$$|\Phi(x) - \Psi(1.7x)| < 0.01$$

то на практиці перевагу віддають функції  $\Psi(1.7x)$ , адже у неї значно простіше аналітичне задання, зручне для оцінювання  $\delta$  [8].

Кількість параметрів у такому аналітичному заданні функції поділяє сімейства IRF на класи. Серед логістичних функцій розглянемо однопараметричну модель Дж. Раша:



$$P_j(\theta) = \frac{e^{1.7(\theta - \delta_j)}}{1 + e^{1.7(\theta - \delta_j)}}$$

Розглянемо як за допомогою вбудованих засобів Moodle можна проаналізувати запитання тесту.

Для цього переходимо за посиланням “Аналіз питання” (рис. 5).

У вікні браузера відкриється таблиця аналізу питань (рис. 7).

Відносна оцінка варіанту	Кільк. відп.	% відповідей	% правильних відповідей	Станд. відгук	Дискр. індекс	Дискр. коеф.
(1,00)	13/14	(93%)	93%	0,267	0,90	0,00
(0,00)	1/14	(7%)				
(1,00)	13/15	(87%)	87%	0,352	0,90	0,50
(0,00)	1/15	(7%)				
(1,00)	9/14	(64%)	64%	0,497	0,80	0,67
(0,00)	5/14	(36%)				
(1,00)	11/18	(61%)	61%	0,502	0,82	0,52
(0,00)	7/18	(39%)				
(1,00)	7/11	(64%)	64%	0,505	1,00	0,62

Рис. 7

**Кількість відповідей.** У чисельнику записане число, що показує, скільки разів студенти давали правильну відповідь на це запитання, а у знаменнику – кількість спроб відповісти на дане запитання.

**% відповідей** показує, у скількох відсотках спроб обиралась саме ця відповідь.

**% правильних відповідей** показує відсоткове співвідношення суми балів, набраних за відповіді на це запитання, до тієї суми балів, яку вони могли б набрати якби завжди відповідали на це запитання правильно. Цей показник іноді називають індексом простоти запитання.

**Стандартний відгук (відхилення).** За допомогою цього показника можна оцінити, наскільки відрізняються між собою відповіді різних студентів. Якби всі студенти, відповідаючи на це запитання, набрали однакову кількість балів, то стандартне відхилення дорівнювало б нулеві. Стандартне відхилення обчислюється як корінь квадратний із суми квадратів відхилень оцінок від їх середнього значення, розділеної на кількість цих оцінок.

**Індекс дискримінації** – це показник, за допомогою якого можна проаналізувати якість тестового запитання, точніше, як за допомогою нього відрізнити сильних студентів від слабких. Для обчислення індексів дискримінації за результатами відповідей на всі запитання тесту студенти умовно розподіляються на три групи: сильні, середні і слабкі. Вираз для індекса дискримінації  $i$ -того запитання має вигляд:  $DI_i = \frac{X_{\text{сильн}(i)} - X_{\text{слаб}(i)}}{n}$ , де

$X_{\text{сильн}(i)}$  – сума відношень набраних балів до максимальних при відповіді на  $i$ -те запитання третиною студентів, які отримали найвищі бали за тест взагалі;  $X_{\text{слаб}(i)}$  – аналогічна сума відносних балів, отриманих третиною слабких студентів за результатами тесту,  $n$  – загальна кількість студентів.

Індекс дискримінації може набувати значень від -1 до +1. Наприклад, +1 означає, що на дане запитання всі сильні студенти відповіли правильно, а всі слабкі неправильно, 0 – і сильні і слабкі студенти відповіли правильно однаковою кількістю разів. Якщо питання має від’ємний індекс дискримінації, то воно, як правило, містить помилку і його слід вилучити з тесту.

**Коефіцієнт дискримінації** – це показник в якому співставляються відповіді сильних і слабких студентів. Коефіцієнт дискримінації є Коефіцієнт кореляції між сумою балів, набраних за це запитання, і в тесті взагалі:  $\frac{\sum(XY)}{n \cdot s_x \cdot s_y}$ , де  $\sum(XY)$  – сума добутків відхилень набраних балів для даного

запитання і тесту взагалі;  $n$  – кількість відповідей на дане запитання;  $s_x$  – стандартне відхилення набраних балів за це запитання;  $s_y$  – стандартне відхилення набраних балів за тест взагалі. Цей показник також набуває значень з відрізка  $[-1;1]$ . Додатні значення вказують на те, що на це запитання краще відповіли сильні студенти, від'ємне – на нього краще відповіли слабкі. Коефіцієнт дискримінації дає точніші результати, ніж індекс дискримінації, тому що для його обчислення беруться до уваги результати тестування всієї групи без умовного поділу на три групи.

Також можна вказувати, які спроби проходження тесту вважати показовими і включити їх у аналіз тесту, вказавши відповідні параметри. Іноді студенти можуть просто проглядати тест, не намагаючись правильно відповідати, і в результаті отримують низькі бали. Щоб відкинути такі спроби можна задати відсотковий поріг включення оцінки в аналіз (рис. 8).

Рис. 8

Для подальшого аналізу результати можна подати у форматі Excel, або у текстовому форматі.

Описані методи аналізу результатів тестування дозволяють провести найпростіші та необхідні процедури опрацювання результатів тестування знань і визначити методи оцінювання якості тесту. Розглянутий підхід до конструювання тестів, згідно з яким рівень знань учасників тестування оцінюється за допомогою їх індивідуальних балів, а складність завдань – за допомогою частки правильних та неправильних відповідей на них, показав необхідність використовувати нові методи конструювання тестів, представлені в так званій сучасній теорії тестування на основі математичної теорії параметричного оцінювання тестових завдань.

### Література

1. Аванесов В.С. Теория и методика педагогических измерений (материалы публикаций). – М.: ЦТ и МКО УГТУ-УПИ, 2005. – 98 с.
2. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. – М.: Логос, 2002. – 432 с.
3. Люсин Д.В. Основы разработки и применения критериально-ориентированных педагогических тестов. – М.: Исследовательский центр, 1993. – 51 с.
4. Moodle.org: open-source community-based tools for learning URL: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.moodle.org/>
5. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и дополн.– Харьков, ХНАГХ, 2009. – 292 с.
6. Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний. – М.: Учебный центр при ИЦПКПС, 1994. – 136 с.
7. Чельшкова М.Б. Адаптивное тестирование в образовании (теория, методология, технология). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2001. – 165 с.
8. Янченко С.И. Математическая модель оценки результатов тестирования // Тезисы докладов Всероссийской конференции “Развитие системы тестирования в России”. – Москва, 2000.

**Почтовюк С.І.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

### **Застосування електронного навчального посібника «Математика з MATLAB» в навчальному процесі**

При виборі змісту навчання складною та досить дискусійною є проблема обґрунтування вибору для навчальних цілей відповідних програмних засобів та мов програмування. Методика навчання дисциплін курсу інформатика та комп'ютерна техніка, зміст навчального матеріалу, оволодіння

методами застосування різних інформаційно-комунікаційних технологій для розв'язування практичних задач суттєво залежить від вибору тих чи інших програмних засобів.

Останнім часом серед сучасних інформаційно-комунікаційних технологій з'явилися нові засоби, призначені для автоматизації виконання як чисельних так і аналітичних розрахунків. Використання таких засобів надає користувачеві можливості розв'язувати всі види математичних та технічних задач з візуалізацією всіх етапів обчислення, дозволяє готувати електронні уроки, підручники з «живими» прикладами, що відіграє вирішальну роль в освіті як вищій, так і в середній. Мова йде про системи комп'ютерної математики (СКМ). Необхідність використання СКМ у навчальному процесі обумовлена ще й тим, що робота з ними надає реальну можливість студентам набути вмінь розв'язувати практичні задачі з використанням комп'ютера [2]. Вчений також зазначає, що доцільно формувати у студентів вміння і навички роботи з кількома СКМ та вказує для цього кілька вагомих причин: необхідність раціонального вибору математичної системи з урахуванням особливостей задачі, що розв'язується; необхідність розв'язування складних задач за допомогою різних систем, щоб перевірити правильність результатів, не покладаючись на одну систему (збільшити вірогідність одержаного результату); необхідність підготовки математичних документів (статей, звітів, книг, навчальних занять і т.д.) підвищеної якості.

Слід зауважити, що сьогодні проблема використання інформаційних технологій у навчальному процесі досліджується у першу чергу на матеріалі навчання у загальноосвітніх школах та вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації. І досить мало робіт, в яких би розкривалися питання особливостей застосування різних інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі та перспектив впровадження комп'ютерно-орієнтованих систем навчання у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації.

В статті розглядаються особливості методики вивчення СКМ MATLAB за допомогою електронного навчального посібника «Математика з MATLAB».

При створенні комп'ютерно-орієнтованих систем навчання важливо, щоб ІКТ гармонійно і педагогічно виважено поєднувалися з традиційними системами навчання, обґрунтовано й гармонійно інтегрувалися у навчальний процес, забезпечуючи нові можливості і викладачам, і учням [1].

Вибір СКМ для комп'ютерної підтримки навчання дисциплін фізико-математичного циклу не є очевидним. Всі описані системи заслуговують уваги і вимагають розробки спеціальних методик. Зупинимось на методиці вивчення СКМ MATLAB, оскільки, як зазначає Ю.В. Триус, не дивлячись на те, що МОН України визначило пакет MATLAB як базовий для ВНЗ України, ефективність використання цього пакету при вивченні математичних дисциплін, за даними проведеного анкетування викладачів, є досить низькою, а разом з тим, пакет MATLAB включає набагато потужніші і гнучкіші засоби розв'язування задач [2].

При проведенні практичних занять з дисциплін „Комп'ютерне моделювання” та „Основи інженерних розрахунків з використанням ПЕОМ” застосування СКМ MATLAB є цілком виправданим при створенні і розв'язуванні задач математичного моделювання, що є основним при вивченні даних дисциплін. Також важливим фактором є можливість продовження освіти у вищому навчальному закладі I-II рівнів акредитації, який входить у структуру вищого навчального закладу III-IV рівнів акредитації. Завдяки скоординованості навчальних програм, студенти, які закінчили вищий навчальний заклад I-II рівнів акредитації, можуть продовжувати навчання у вищому навчальному закладі III-IV рівнів акредитації за скороченим терміном навчання, і для них вивчення СКМ MATLAB є особливо важливим, тому що нині система може використовуватися для розрахунків в багатьох галузях науки і техніки, таких як електро- і радіотехніка, динаміка, акустика, енергетика, економіка та ін. MATLAB є незамінним, зручним і потужним засобом для розв'язування задач математичного аналізу, алгебри, математичної фізики, статистичних, оптимізаційних і фінансово-економічних задач, дослідження і опрацювання сигналів і зображень, візуалізації даних, наукової і технічної графіки.

Проте найбільшою мірою система орієнтована на виконання інженерних розрахунків, оскільки її математичний апарат спирається на обчислення з матрицями і комплексними числами. MATLAB містить багато процедур і функцій, необхідних при виконанні складних чисельних розрахунків і моделювання технічних і фізичних систем.

Одним з шляхів впровадження в освіту сучасних ІКТ, що забезпечують подальше удосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти та підготовку молоді до життєдіяльності в інформаційному суспільстві є розроблення електронних засобів навчального призначення. Існує багато різних підходів щодо класифікації цих засобів навчання, але, як зазначають ряд авторів, єдиної думки і відповідно загальної класифікації педагогічних програмних засобів немає.

М.І. Жалдак пропонує класифікацію в залежності від переважного виду навчальної діяльності учня при роботі з певним засобом навчання: демонстраційно-моделюючі програмні засоби; педагогічні програмні засоби типу діяльнісного предметно-орієнтованого середовища; педагогічні програмні засоби призначені для визначення рівня навчальних досягнень; педагогічні програмні засоби довідково-інформаційного призначення [3].

Ю.І. Машбиць також вказує на відсутність єдиної класифікації і пропонує наступні типи: тренувальні, наставницькі, проблемного навчання, імітаційні і моделюючі, ігрові [4].

На сьогоднішній день не існує не тільки єдиного підходу до класифікації електронних засобів навчального призначення, а й визначеності з їх термінологією, різні автори дають різні назви деяким видам електронних засобів навчального призначення, а також пропонують означення деяких з цих термінів. Найбільша неоднозначність спостерігається при трактуванні електронного підручника.

Електронні підручники – педагогічні програмні засоби, які охоплюють значні за обсягом матеріалу розділи навчальних курсів або повністю навчальний курс. Для такого типу ППЗ характерною є гіпертекстова структура навчального матеріалу, наявність систем управління із елементами штучного інтелекту, блоку самоконтролю, розвинені мультимедійні складові [3].

Електронні підручники повинні задовольняти навчально-методичні, дизайн-ергономічні та технічні вимоги. Дизайн-ергономічні та технічні вимоги до електронних підручників базуються на вимогах до електронних навчальних видань – педагогічних програмних засобів; навчально-методичні – на вимогах до традиційних підручників.

Проблемі структурування змісту електронного підручника, використання електронного підручника у навчальному процесі вищих та середніх навчальних закладах присвячені праці С.А. Ракова, В.П. Вембер, В.П. Волинського, О.С. Красовського, Ю.Б. Кузнецова та ін.

С.А. Раков виділяє наступні класи електронних підручників: базового рівня, достатнього рівня, просунутого рівня, визначного рівня та перспективно-дослідницького рівня та виділяє вагові коефіцієнти, за допомогою яких можна визначити педагогічну потужність електронного підручника – умовні одиниці:

1. Гіпертекстовість (вага 1 у.о.) – можливість перегляду навчального матеріалу за гіперпосиланнями (за асоціативним зв'язком, змістом, індексним показником і т.п.).

2. Мультимедійність (вага – 2 у.о.) – можливість використання всіх засобів мультимедіа для більш ефективного подання навчального матеріалу (звук, графіка, мультиплікація, анімація, відео).

3. Інтегрованість (вага – 4 у.о.) – електронний підручник може включати не тільки навчальні матеріали, а й запитання, тести для контролю та самоконтролю, гіперпосилання та іншу довідкову та навчальну літературу, при розміщенні в Інтернеті може включати ще вебографію предметної галузі.

4. Конструктивність (вага – 8 у.о.) – тільки на основі ІКТ можна будувати навчальний курс за принципами конструктивізму у навчанні, згідно з якими навчання реалізується через конструювання когнітивних (уявних) моделей через експерименти з реальністю чи її комп'ютерними моделями, які краще за все будувати за допомогою фахових пакетів або спеціалізованих діяльнісних середовищ, які можна розглядати як інструментальні системи побудови та дослідження комп'ютерних моделей об'єктів предметної галузі, що вивчається у даному навчальному курсі.

5. Інтерактивність (вага – 16 у.о.) – можливість організувати навігацію (послідовність пред'явлення навчального матеріалу) підручника в залежності від успішності, психофізіологічних або інших індивідуальних характеристик студента, тобто забезпечити електронний підручник засобами зворотного зв'язку – механізму, який забезпечує керованість процесу навчання (при цьому можливе керування як автоматичне, за допомогою самого електронного підручника, так і самостійне керування студентом послідовністю вивчення матеріалу електронного курсу на основі об'єктивних критеріїв моніторингу його навчання) [7, с. 109-112].

Слід зауважити, що необхідно розрізняти поняття «підручник» та «навчальний посібник». Більшість програмних засобів навчального призначення є навчальними посібниками: програми для тестування, комп'ютерні «задачники», гіпертекстові методичні вказівки, довідники та ін, тобто лише допоміжними інструментами навчання, що орієнтовані на підтримку навчально-виховного процесу та якими принципово неможливо замінити традиційний підручник [6].

В процесі даного дослідження був створений електронний навчальний посібник «Математика з MATLAB», за допомогою якого студенти отримують перші навички роботи з системою (рис. 1). Застосовуючи пропонований програмний засіб, студенти мають можливість розглянути наступні теми:

- Інтерфейс системи MATLAB;
- Розв'язування задач з векторної алгебри;
- Розв'язування задач з лінійної алгебри;
- Особливості графічного вікна системи MATLAB;
- Розв'язування задач з аналітичної геометрії;

- Початки програмування в середовищі MATLAB.

При реєстрації студента дані заносяться в базу даних студентів. При першому запуску електронного посібника з'являється допоміжне вікно, в якому подаються короткі відомості про призначення даного посібника та про правила використання певними послугами. Файл допомоги також можна викликати, використовуючи послугу «Допомога» головного меню.

Головне меню даного електронного посібника містить наступний перелік послуг: Команди, Сервіс, Допомога, до яких можна звернутися в процесі роботи з посібником. При зверненні до деякого пункту головного меню з'являється перелік пунктів (послуг) відповідного підменю.

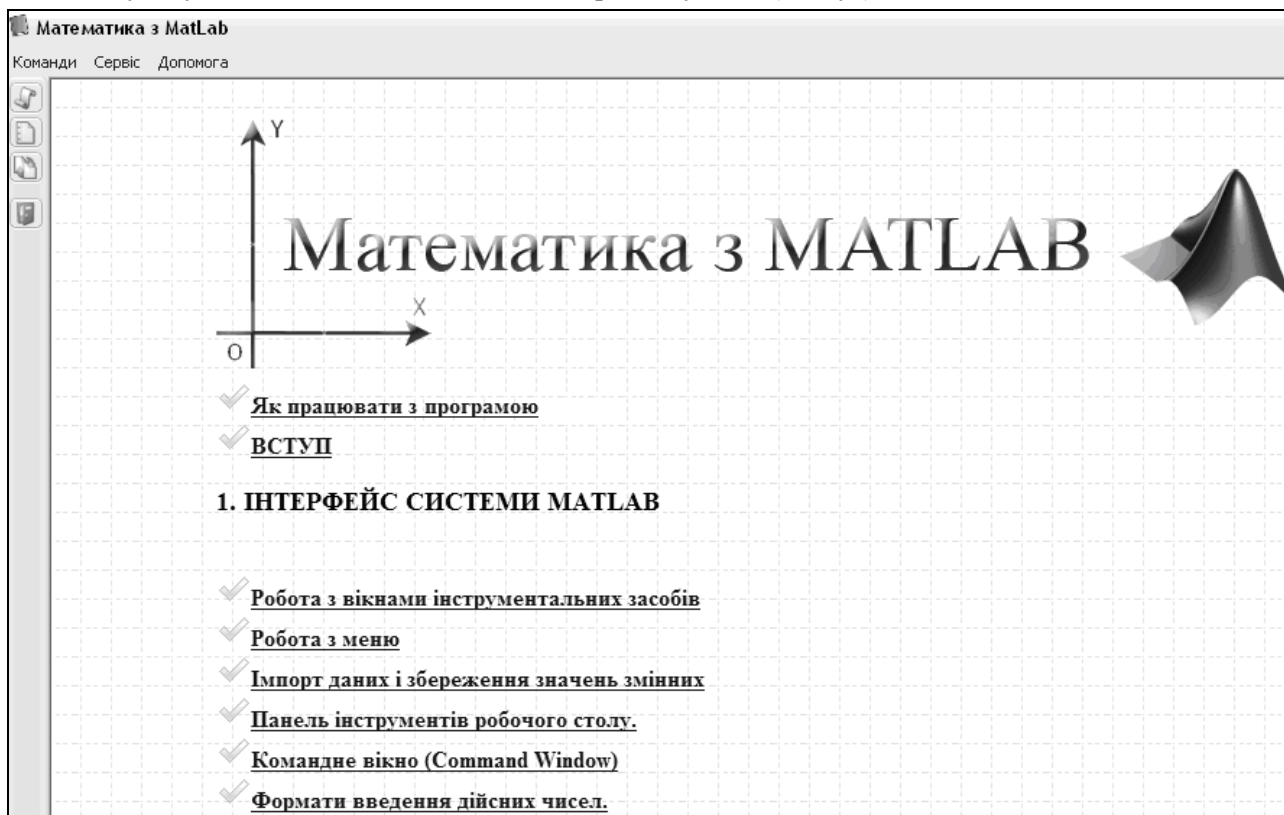


Рис. 1

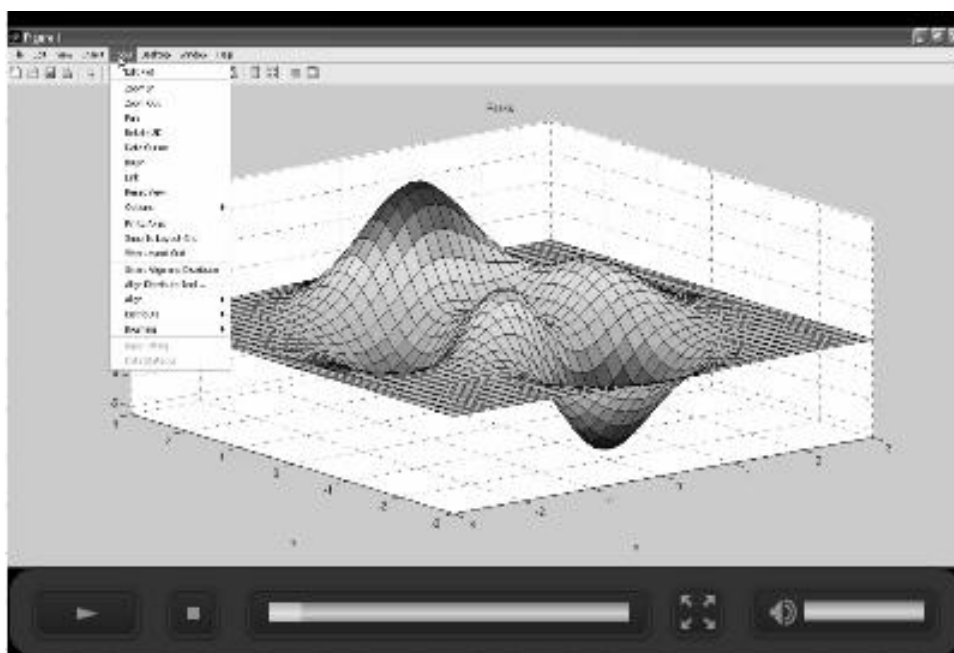


Рис. 2

Звернувшись до послуги меню Команди, користувач має можливість змінити свої особисті дані, які було введено при реєстрації, а також переглянути результати виконання тестів, тренувальних вправ та прикладів (підменю Статистика).

Обравши послуги головного меню Сервіс можна виконати певні налагодження параметрів електронного посібника, що необхідні для перегляду відеоуроків та виконання вправ.

Всі розділи посібника «Математика з MATLAB» подані у вигляді відеоуроків (рис. 2) та у

вигляді електронного підручника. Вивчення теоретичного матеріалу можна проводити в лінійному режимі з самого початку, а також можна почати з будь-якої із запропонованих тем. Список тем є гіпертекстовим підменю. Темі мають вигляд текстових, ілюстративних, звукових блоків. Також є можливість продовжити процес навчання з того місця, на якому студент його завершив на минулому занятті. Проте у випадку, якщо вивчений матеріал був засвоєний неякісно або студент не впевнений в успішному проходженні контрольного тесту, він може повернутися до будь-якого фрагмента теми.

Розділи Інтерфейс системи MATLAB, Розв’язування задач з векторної алгебри; Розв’язування задач з лінійної алгебри; Розв’язування задач з аналітичної геометрії; Початки програмування в середовищі MATLAB окрім теоретичного матеріалу містить велику кількість прикладів розв’язування задач та тренувальних вправ. Спочатку подаються основні теоретичні відомості, а потім пропонується розв’язати нескладну математичну задачу, використовуючи відповідні команди безпосередньо у вікні Command Window програми MATLAB. Для цього існує кнопка Виконати, звернувшись до якої відкривається вікно завдань, що складається з двох частин: Робочого вікна, в якому виконуються завдання, за допомогою середовища MATLAB та вікна, в якому міститься перелік необхідних команд для виконання (рис. 3).

### Найпростіші арифметичні операції та елементарні функції

В системі MATLAB з дійсними і комплексними числами можна проводити різні арифметичні операції, такі як додавання, віднімання, множення і ділення. Для цього в MATLAB, як і в інших мовах програмування, використовуються традиційні арифметичні оператори: +, -, \*, /, ^ – піднесення до степеня.

Серед арифметичних операторів найвищий пріоритет має оператор піднесення до степеня, а найнижчий – оператори додавання та віднімання. Виконання операцій однакового пріоритету відбувається в порядку зліва направо. Проте, використовуючи в математичних виразах круглі дужки, можна задати потрібний порядок виконання арифметичних операцій.

**Варіанти завдань:**

№	Функція	Значення змінних	Виконання завдання
1	$a = 2^{(y^x)} + (3^x)^y, b = \frac{ x+y  \left(1 + \frac{\sin z}{x+y}\right)}{e^{ x+y } + \frac{x}{2}}$	x = 3.251; y = 0.325; z = 5.466	<input type="button" value="Виконати"/>
2	$a = \frac{y^{(x+1)}}{\sqrt[3]{ y-2 +3}}, b = (x+1) \frac{1}{\sin z}$	x = 1.625; y = 15.400; z = 0.808	<input type="button" value="Виконати"/>
3	$a = \frac{1 + \operatorname{sh}(x+y)}{\left x - \frac{2y}{1+x^2y^2}\right }, b = e^{k-y} (tg^2 z + 1)^x$	x = -4.500; y = 0.750; z = 0.845	<input type="button" value="Виконати"/>

Рис. 3

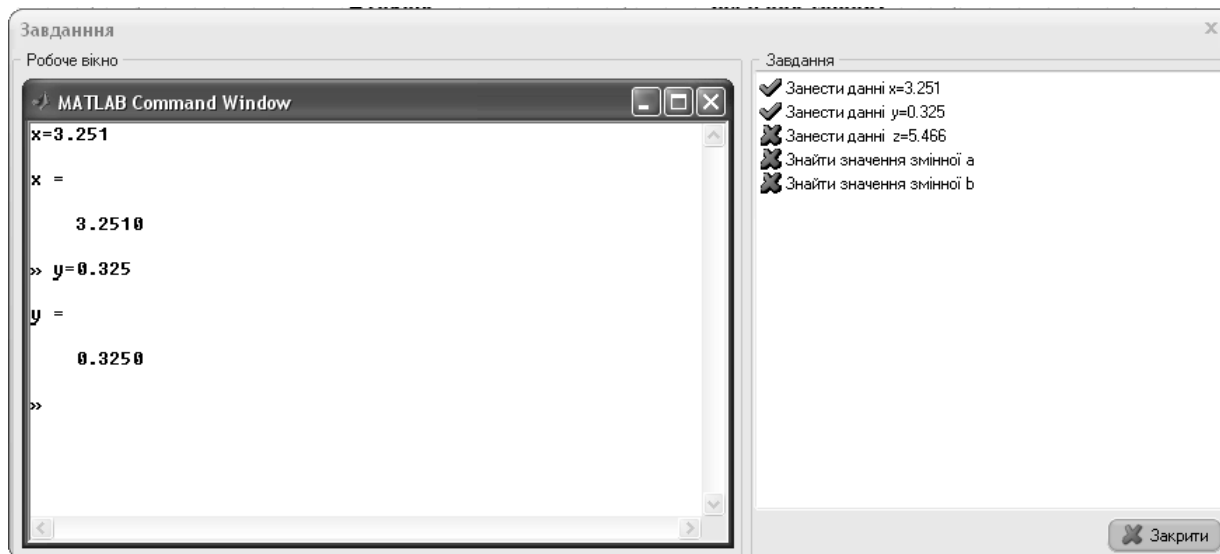


Рис. 4

Якщо студент правильно вводить команди, він отримує відповідь, а напроти відповідного завдання з’являється відмітка ; в іншому випадку з’являється повідомлення про помилку та порада, як саме необхідно звернутися до тієї чи іншої команди (рис. 4). Після виконання всіх завдань вікно закривається, а дані про їх виконання можна переглянути за допомогою вікна Статистика.

Крім навчання, за допомогою пропонованого програмного засобу можна проводити контроль та оцінювання знань.

Контроль знань можна проводити незалежно від вивчення теоретичних блоків, вибравши відповідний пункт головного меню. Це може бути корисним при перевірці залишкових знань або самоперевірці студента з тієї або іншої теми. Контроль якості засвоєння матеріалу проводиться за допомогою тестових питань, поданих після матеріалу до кожної теми, на які пропонується кілька варіантів відповіді, один з яких необхідно вибрати.

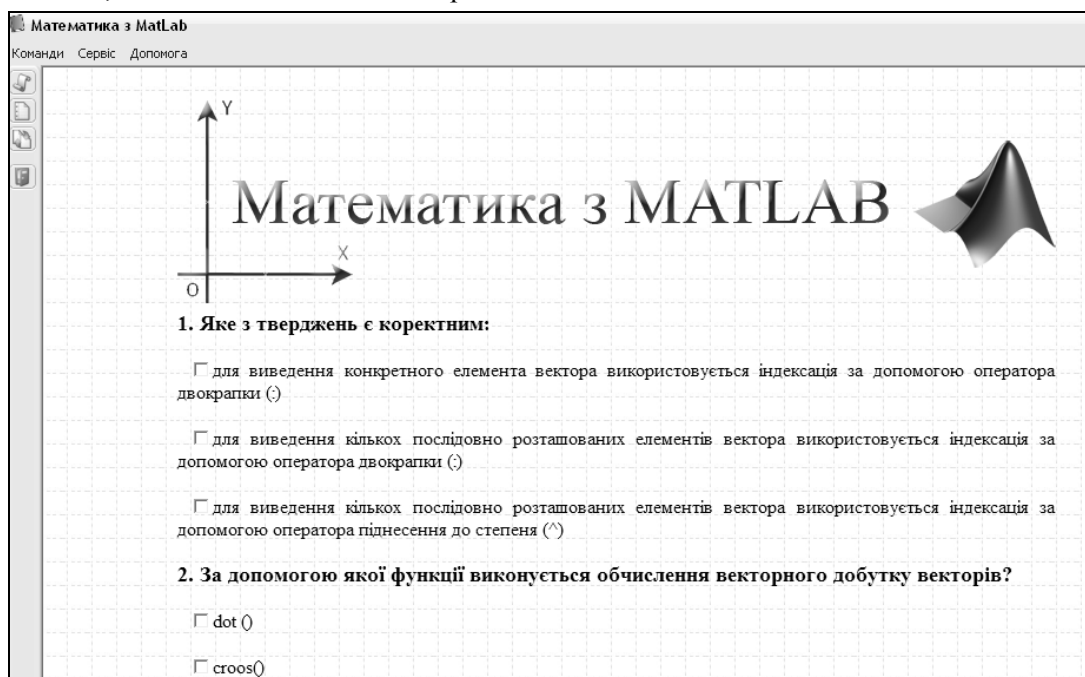


Рис. 5

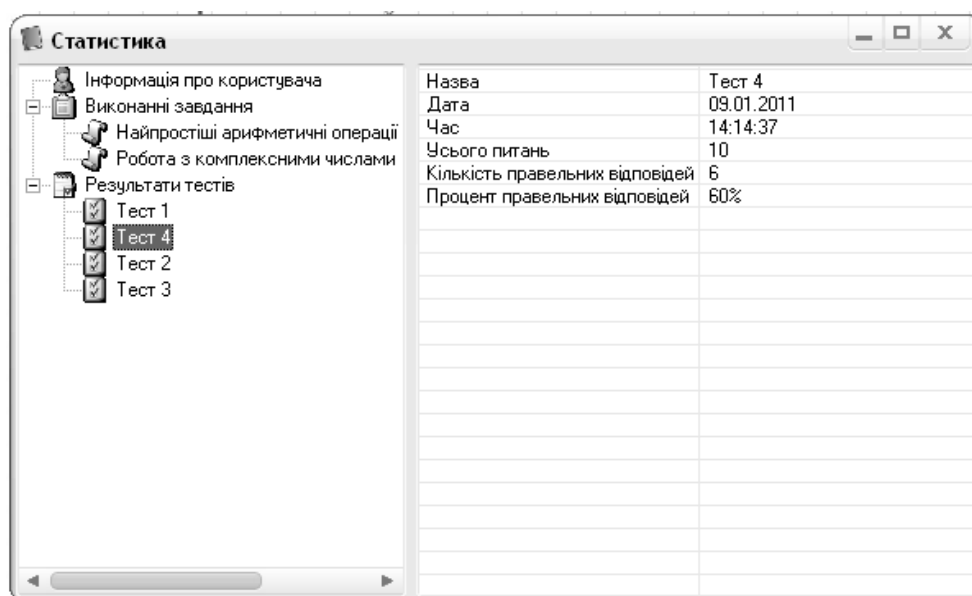


Рис. 6

Після відповіді на всі питання тесту студент отримує повідомлення про кількість правильних відповідей (рис.5). Кількість спроб для відповіді на кожен тест – 2. Якщо для отримання позитивного результату цього не достатньо, викладач дозволяє додаткове проходження тесту, за допомогою звернення до відповідної команди в параметрах програми.

Після закінчення заняття дані про результати роботи студента заносяться у файл звіту. За допомогою цього файлу викладач може проконтролювати результати комп'ютерно-орієнтованого навчання, а також знати скільки разів студент виконував певний тест, звернувшись до пункту меню Статистика (рис.6). Допоміжне вікно Статистика містить перелік розділів та тем, що розглянув студент, результати виконання тестів до кожного розділу (кількість правильних відповідей, час, що витрачено на виконання), перелік вправ та прикладів, що було виконано студентом до кожного розділу з результатами виконання.

Для оцінювання отриманих навичок роботи з системою, за темою, що стосується розв'язування задач, пропонуються відповідні завдання у вигляді математичних задач, за правильне розв'язування яких надається певна кількість балів в залежності від складності завдання.

До вище названих тем також запропоновані варіанти завдань для самостійної роботи, які пропонуються розв'язати не за допомогою електронного навчального посібника, а безпосередньо за допомогою самої системи MATLAB.

**Висновки.** Електронний навчальний посібник «Математика з MATLAB» може використовуватися як на аудиторних заняттях, так і при самостійному вивченні студентами окремих тем. Він має зручний і простий інтерфейс, що орієнтований на комп'ютерну підтримку навчально-пізнавальної діяльності, містить велику кількість ілюстрованого теоретичного матеріалу, прикладів розв'язування завдань, тренувальних вправ, варіантів для самостійної роботи, тестів для самоперевірки та контролю, що дозволяє на достатньо високому рівні сформулювати необхідні знання, уміння і навички щодо застосування системи MATLAB для розв'язування математичних задач.

Курси Лінійна алгебра та Аналітична геометрія обрані у зв'язку з тим, що вони є обов'язковими при вивченні на початкових курсах у вищих технічних навчальних закладах всіх рівнів акредитації, а також їх основні поняття використовуються при розробці сучасних технічних пристроїв та написанні комп'ютерних програм, де активно використовується комп'ютерна графіка.

Запропонована в даному посібнику методика максимально спрощує процес навчання, її використання сприяє підвищенню якості навчання, закріпленню основних прийомів чисельного розв'язування задач з подальшою візуалізацією результатів та аналізу, що забезпечить успіх у майбутній професійній діяльності студентів, та знадобиться при подальшому навчанні у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації.

### Література

1. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Зб. наук праць/ Редкол. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Випуск 7. – 2003. – С. 3-16.

2. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02 / Триус Юрій Васильович. – Черкаси : Черкаський держ. ун-т ім. Б. Хмельницького, 2005. – 649 с.

3. Жалдак М.І., Лапінський В.В., Шут М.І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: Посібник для вчителів. – К.: Дініт, 2004. – 100 с.

4. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения: (Педагогическая наука – реформе школы). – М.: Педагогика, 1988. – 192 с

5. Вембер В.П. Що слід враховувати під час структурування матеріалу в електронному підручнику / В.П.Вембер // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2007. – №4. – С.38-42.

6. В.П. Вембер Навчально-методичні вимоги до електронного підручника / В.П.Вембер // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2006. – Вип. 4(11). – С. 50–56.

7. Раков С.А. Математична освіта: компетентісний підхід з використанням ІКТ: Монографія / С.А. Раков. – Х.: Факт, 2005. – 360 с.

8. Жалдак М.І., Горошко Ю.В., Вінниченко Є.Ф. Математика з комп'ютером. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – 282 с.

9. Почтовюк С.І. Математика з системою MATLAB / С.І. Почтовюк / За ред. академіка АПН України М.І. Жалдака. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 319 с.

**Шерман М.І.**

Херсонський юридичний інститут Харківського національного університету внутрішніх справ

### **Інтернет-залежність як сприятливий фактор вчинення злочинів у сфері інтелектуальної власності та комп'ютерних технологій**

Однією з визначальних тенденцій сучасності, проявом глобалізації є створення засад інформаційного суспільства. Не викликає сумніву, що одне з найважливіших місць в інформаційному суспільстві належить комп'ютерним системам, оскільки саме їх використання уможливорює інтеграцію і опрацювання повідомлень з різних джерел. Вражає людську уяву створення всесвітніх глобальних комп'ютерних мереж, що об'єднують світ в одне ціле, і, перш за все – комп'ютерної мережі Інтернет.

Поряд з беззаперечним позитивом досягнень у галузі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), існує і чітко виражений негативний аспект. Він полягає у принциповій неможливості створити абсолютно надійну техніку, комп'ютерні програми, мережне обладнання. Техніка не може бути абсолютно захищеною від збоїв, які можуть бути викликані найрізноманітнішими причинами, як не



може бути абсолютно захищеним від неналежних дій людей, зроблених умисно або з необережності, що може привести до найрізноманітніших непрогнозованих і страшних наслідків.

Єдність комп'ютерних злочинів визначається тією обставиною, що соціальні відносини з приводу використання інформаційно-комунікаційних технологій є самостійною сферою суспільного життя. Небезпека комп'ютерних злочинів полягає в тому, що вони створюють небезпеку життю і здоров'ю, майновим інтересам, недоторканності приватного життя, іншим інтересам особи, суспільства і держави [2; 4].

Актуальність досліджень порушеної проблеми зумовлена тим, що будучи відносно новим і недостатньо дослідженим видом правопорушень, кіберзлочинність інтенсивно прогресує, набуває нових видів та проявляється у раніше невідомих формах злочинної діяльності, основними з яких є кібертероризм, фінансові шахрайства, крадіжки коштів з банківських рахунків та пластикових карток, заволодіння матеріалами, що містять конфіденційні дані, комерційну таємницю тощо, електронні викиди дезінформації та компромату. Істотним чинником здійснення комп'ютерних злочинів та однією з причин їх високої латентності є можливості використання сучасних ІКТ, зокрема, всесвітньої мережі Інтернет.

Сучасні наукові дослідження середовища, в якому формуються потенційні комп'ютерні злочинці, мають недостатньо повний характер, зокрема, не повністю висвітлено питання дослідження потенційних злочинних проявів в осіб, які мають комп'ютерну та Інтернет-залежність. Виявлення потенційно небезпечних з точки зору вчинення комп'ютерних злочинів проявів Інтернет-залежності, їх зовнішніх ознак та обґрунтування необхідності заходів щодо запобігання створення сприятливого для формування комп'ютерних злочинців середовища є важливою соціальною проблемою.

Чинний Кримінальний кодекс України чітко визначає склад злочинів у сфері інтелектуальної власності та комп'ютерних технологій. У цьому зв'язку розглянемо типологічні особливості найбільш поширених видів Інтернет-залежності та зовнішніх її проявів у залежних осіб.

Дослідження психологічних аспектів залежності від Інтернету як поведінкової адикції широко висвітлено здебільшого у зарубіжній літературі, зокрема у працях таких науковців як М. Шоттон, Д. Грінфілд, Дж. Грохот, К. Янг [1; 10] та ін. У вітчизняній психологічній науці, на жаль, ще недостатньо вивчено та висвітлено цю тему. Серед вітчизняних науковців, що присвятили свої дослідження проблемі Інтернет-залежності, можна назвати А.Є. Войскунського [3], Л.В. Кулікова [6], Н.В. Чудову [4], А.Г. Асмолова [4], Н.А. Цветкову, А.В. Цветкова [5] та інших. Переважна більшість вітчизняних та зарубіжних психологів вважає [1-7], що причиною Інтернет-залежності є проблеми соціалізації особистості, відсутність можливості самореалізації, дефіцит спілкування, особисті проблеми, пов'язані із хворобами, втратою близьких, звичного соціального статусу тощо. Провідні фахівці-психологи виділяють наступні поведінкові характеристики Інтернет-залежних [3; 6; 10]: активне небажання відволіктися навіть на короткий час від роботи в Інтернеті; роздратування при вимушених відволіканнях; невміння спланувати час закінчення сеансу роботи в мережі; використання все більших сум грошей для забезпечення роботи в Інтернеті, у тому числі і в борг; готовність не говорити правду про тривалість і частоту роботи в Інтернеті; забування у ході роботи в мережі про домашні справи, навчання чи службові справи, важливі особисті і ділові зустрічі; небажання приймати критику подібного образу життя; готовність миритися з руйнуванням сім'ї; втрата кола спілкування; нехтування власним здоров'ям; скорочення тривалості сну внаслідок роботи в Інтернеті в нічний час; уникання фізичної активності.

Соціально важливим стає попередження потенційних загроз девіантної поведінки молоді як наслідку їх Інтернет-залежності. Залежність від Інтернету, як вказує А.Є. Войскунський, розуміється широко і включає в себе такі форми її прояву: пристрасть до роботи з комп'ютером (програмування, ігрових та інших видів діяльності); пошук відомостей у віддалених базах даних; пристрасть до опосередкованих через Інтернет азартних ігор, онлайн-аукціонів та електронних покупок; залежність від спілкування в чатах, від участі у групових іграх і телеконференціях; залежність від порнографічних сайтів, обговорення сексуальної тематики в чатах [3; с. 92].

Досить схожою є типологія Інтернет-залежності К. Янг, яка розрізняє: кіберсексуальну залежність – нездоланне прагнення до відвідування порносайтів і заняття кіберсексом; пристрасть до віртуальних знайомств – надмірність знайомих і друзів в Мережі; нав'язлива потреба в Мережі – гра в онлайн-азартні ігри, постійні покупки або участь в аукціонах; інформаційне перевантаження – мандрювання Мережею, пошук відомостей в базах даних та на пошукових сайтах; комп'ютерна залежність – нав'язлива гра в комп'ютерні ігри [10; с. 25].

Не зважаючи на різнобічність активності користувачів Інтернету, можна виокремити три основні види здійснюваної ними діяльності: пізнавальну, ігрову і комунікативну [1, с. 177].

При роботі в Інтернеті залежні виявляють ряд специфічних поведінкових характеристик: неможливість, небажання відірватися від роботи та роздратування при необхідності відволіктися; прагнення проводити за роботою все більше часу; схильність забувати про домашні справи,

навчання, службові обов'язки; прагнення позбавитися почуття провини, безпорадності, тривоги, депресії; відчуття емоційного підйому; готовність миритися із втратою сім'ї, близьких, друзів, кола спілкування; нехтування власним здоров'ям, особистою гігієною тощо [3, с. 91-92].

Аналіз вітчизняних наукових здобутків з теми дослідження показав, що проблему психології залежності від Інтернету можна розглядати в різних ракурсах.

По-перше, питання Інтернет-залежності розкриваються в рамках проблеми девіантної поведінки. Згідно з класифікацією Ц.П. Короленко та Т.О. Донських, всі поведінкові девіації поділяються на дві групи: нестандартну і деструктивну поведінку. Нестандартна поведінка може мати форму нового мислення або таких дій, що виходять за рамки стереотипів поведінки. Деструктивна поведінка в залежності від спрямованості поділяється на внутрішньодеструктивну поведінку (суїцидальна, конформістська, аутична поведінка) та зовнішньодеструктивну поведінку, яка, в свою чергу, поділяється на антисоціальну поведінку (полягає у діях, які порушують існуючі закони і права інших людей у формі асоціальної поведінки) та адиктивну поведінку (передбачає використання яких-небудь речовин або специфічної активності з метою відходу від реальності і отримання бажаних емоцій) [5, с. 97-98].

Різні види адиктивної поведінки мають свої специфічні особливості, прояви і наслідки, але етапи формування адикції є спільними. Початок формування адиктивного процесу завжди відбувається на емоційному рівні як переживання гострої зміни психічного стану у вигляді підвищеного настрою, почуття радості, екстазу, неймовірного підйому у зв'язку з вживанням певних речовин чи з певними діями. Наступний етап характеризується формуванням певної послідовності звертання до засобів адикції. На третьому етапі адиктивна поведінка стає стереотипною, типовою, на четвертому - повністю домінуючою, а на п'ятому вона руйнує як психіку, так і біологічні процеси [7, с. 463-465].

Незалежно від виду залежності існують загальні ознаки адиктивної поведінки: стійке прагнення до зміни психофізичного стану; безперервний процес формування і розвитку адикції; циклічність узалежненої поведінки; закономірне виникнення особистісних змін і соціальної дезадаптації; формування адиктивної установки, тобто сукупності когнітивних, емоційних і поведінкових особливостей, які викликають адиктивне відношення до життя; надмірно емоційне відношення до об'єкта залежності; перетворення об'єкта адикції у мету існування; заперечення залежності та її тяжкості [4, с. 120-122]. Поряд з тим А.Є. Войскунський наводить такі критерії, за якими визначають залежність: пріоритетність, зміна настрою, толерантність, симптоми розриву, конфлікт та рецидив [3, с. 91].

По-друге, виникнення Інтернет-залежності розглядається як наслідок зниження психологічної стійкості людини [3, с. 113-114]. Оскільки психологічна стійкість оберігає людину від дезінтеграції і особистісних розладів, складає основу внутрішньої гармонії, повноцінного психічного здоров'я, то зниження психологічної стійкості призводить до дезінтеграції особистості, порушення регуляції поведінки та діяльності, розпаду системи життєвих цінностей, мотивів, цілей, що підвищує ризик виникнення залежності.

Дослідники різних галузей знань вважають, що адиктивна поведінка виникає як результат складної взаємодії спадкових, біохімічних, соціальних та індивідуально-психологічних факторів. Серед таких можна виокремити: зовнішні умови фізичного середовища; зовнішні соціальні умови; внутрішні спадково-біологічні, психофізіологічні та індивідуально-типологічні передумови; внутрішньоособистісні причини і механізми узалежненої поведінки [4, с. 125-129].

Переважає більшість психологів вважає [1; 3; 5], що існує кілька основних видів Інтернет-залежності. Хакерство являє собою рух, який переслідує мету монополізації розповсюдження програмних продуктів та демократизації доступу до інтернет-ресурсів. Разом з тим, хакери часто стають на шлях софту-піратства, шахрайства у сфері електронного бізнесу, втручаються у роботу електронних комунікацій. Хакери є досить організованою популяцією в рамках Інтернет-субкультури, регулярно проводять зустрічі, конференції, семінари з обміну досвідом. Необхідно зауважити, що для здійснення повноцінної хакерської діяльності необхідна досить висока професійна підготовка програміста. Хакерство завдає шкоди інтелектуальній власності, може втручатися в комерційні інтереси виробників програмного забезпечення, технології хакерів можуть бути використані в злочинних цілях.

Створення шкідливих програм (вірусів) виникло задовго до створення Інтернет, але саме в Інтернет набуло катастрофічних (у тому числі і за наслідками) масштабів. Створення шкідливих програм відображає в повній мірі потяг до деструкції, властивий певній кількості молодих людей в силу їх вікових особливостей, а також і певні рівні психопатології.

В Інтернеті міститься велика кількість комп'ютерних ігор, що знаходяться у вільному доступі. Крім версій, що реалізуються в автономному режимі, є велика кількість ігор в мережі від шахів і

карткових ігор, реалізованих в online-режимі, до специфічних, виключно комп'ютерних ігор – стратегій, квестів, симуляторів тощо.

Ймовірно, геймерство – найпоширеніша серед молодих людей форма Інтернет-залежності. Перевага цієї форми обумовлена відсутністю необхідності в будь-яких навички роботи з ПК, захопливість багатьох ігор, можливістю аутоідентифікації з різними героями ігор. Інтернет-ігри значно вирають за популярністю навіть у пригодницької і фантастичної літератури, що пов'язано з їх динамічністю, і головне – складним, мінливим в ході дії сюжетним алгоритмом, керованістю сюжету.

Значною проблемою Інтернет-геймерства є розвиток в мережі гравального бізнесу, створення широкої і фактично не регульованої мережі Інтернет-казино. Цей вид діяльності мало відрізняється від звичайних форм гравального бізнесу, за винятком його доступності широким колам користувачів.

Анонімне анкетування користувачів дає можливість висловити своє ставлення до вивчення інформатики і споріднених з нею дисциплін слухачів курсів довузівської підготовки. Статистичне опрацювання результатів анкетування свідчить, що найважливішим для формування професійної комп'ютерно-інформаційної компетентності слухачі курсів вважають фактори як прямого, так і опосередкованого впливу, пов'язані з професійною діяльністю: власний позитивний досвід використання інформаційних технологій у професійній діяльності, приклад (точка зору) старших товаришів, розуміння значення ролі і місця сучасних інформаційних технологій у власній майбутній професійній діяльності [8; 9].

За результатами співбесіди та анкетування переважна більшість слухачів усвідомлює необхідність сумлінного навчання, в тому числі розуміє необхідність та перспективність вивчення та застосування у своїй навчальній та професійній діяльності матеріальних свідчень надбань людської думки, зокрема інформаційно-комунікаційних технологій.

Разом з тим траплялися випадки нерозуміння та небажання опанувати запропонований навчальний матеріал. Анкетовані мотивували свою точку зору споживацьким ставленням до комп'ютерної техніки – „Фільм чи іграшку запускати вміємо і так”, „Документ на одну сторінку якось наберемо”, „Комп'ютерами повинні займатися тільки фахівці з відповідною освітою”, „Якщо чогось не зможу зробити сам, то мені допоможуть” тощо.

Наведені та подібні точки зору пояснюються до певної міри низьким рівнем загальної культури, інфантилізмом, відсутністю систематичних знань та вмінь у галузі комп'ютерних технологій, поверховістю навичок, завищеною самооцінкою, атмосферою, що панує у переважній більшості ігрових клубів та комп'ютерних салонів, де подібні „фахівці” проводять досить багато часу. Не випадково, що практично всі слухачі з подібними деформаціями свідомості є жителями обласних та районних міст, де неконтрольований односторонній доступ до засобів комп'ютерної техніки провокує описане вище ставлення до використання інформаційних технологій і створює сприятливі умови для формування Інтернет-залежності. У цьому зв'язку неослабної уваги потребує робота, спрямована на формування особистісно-мотиваційної складової комп'ютерно-інформаційних компетентностей майбутніх фахівців.

Порівнюючи основні види Інтернет-залежності, форми їх зовнішніх проявів та відповідні статті Кримінального кодексу України, можна зробити висновок, що окремі види Інтернет-залежності серед молоді є фактором сприяння вчиненню злочинів у сфері інтелектуальної власності та комп'ютерних технологій.

Запобігання цим злочинам як наслідку сформованої Інтернет-залежності можливе за умови створення у суспільстві, і першу чергу у вищих навчальних закладах, системи профілактики Інтернет-залежності студентської та курсантської молоді. Створення такої системи є предметом окремого розгляду, це завдання складне, багатофакторне, для обґрунтування структури такої системи, призначення компонентів, функціональних зв'язків, чинників зовнішнього впливу, інтеграції в існуючу систему професійної підготовки необхідні спільні зусилля психологів, педагогів, фахівців у галузі інтелектуальної власності та комп'ютерних технологій, правоохоронців.

Узагальнення існуючих наукових підходів щодо особистісної та діяльнісної організації навчання та узгодження їх із специфікою внутрішнього змісту і структури комп'ютерно-інформаційної компетентності, є підґрунтям розробки організаційно-педагогічних умов створення системи профілактичних заходів, спрямованої на мінімізацію потенційних загроз формування Інтернет-залежності у процесі опанування інформатикою і спорідненими з нею дисциплінами.

### Література

1. Бабаева Ю.Д., Войскунский А.Е., Смыслова О.В. Интернет: воздействие на личность // Психология зависимости: Хрестоматия / Сост. К.В. Сельченко. – Мн.: Харвест, 2004. – С. 175–222.
2. Бандурка А.М. Юридическая психология / Бандурка А.М., Бочарова С.П., Землянская С.В. – Харьков: Изд-во Нац. ун-та внутр. дел, 2001. – 640 с.
3. Войскунский А.Е. Актуальные проблемы психологии зависимости от Интернета // Психологический журнал. – 2004. – № 1. – С. 90-100.

4. Змановская Е.В. Девиантология: (Психология отклоняющегося поведения). – М.: ИЦ «Академия», 2003. – 288 с.

5. Короленко Ц.П., Донских Т.А. Семь путей к катастрофе: Деструктивное поведение в современном мире. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1990. – 222 с.

6. Куликов Л.В. Психогигиена личности. Вопросы психологической устойчивости и психопрофилактики: Учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2004. – 464 с.

7. Леонова Л.Г., Бочкарева Н.Л. Вопросы профилактики аддиктивного поведения в подростковом возрасте // Психология зависимости: Хрестоматия / Сост. К.В. Сельченко. – Мн.: Харвест, 2004. – С. 449-501.

8. Шерман М.І. Комп'ютерно-інформаційна підготовка майбутніх юристів: теорія і практика: Монографія / Шерман М.І. – К.: Вища освіта, 2004. – 192 с.

9. Шерман М.І. Професійна комп'ютерно-інформаційна підготовка майбутніх слідчих у вищих навчальних закладах МВС України: Монографія / Шерман М.І. – Херсон, Олді-Плюс, 2008. – 416 с.

10. Янг К. Диагноз – Интернет-зависимость // Мир Internet. – 2000. – №2. – С. 24-29.

**Листопад В.В.**

Академія праці та соціальних відносин

**Реалізація методу штучного базису для розв'язування екстремальних задач лінійного програмування засобами Microsoft Excel**

Для продовження тематики, запропонованої в [2] і [3], розглянемо реалізацію розв'язування екстремальних задач лінійного програмування з допомогою методу штучного базису засобами Microsoft Excel.

Нагадаємо, що застосування електронних таблиць Microsoft Excel дає змогу:

- скоротити час розв'язування задачі в кілька разів;
- отримувати повну таблицю-результат та альтернативні розв'язки;
- реалізувати міжпредметні зв'язки;
- реалізувати можливість паралельного засвоєння теоретичного матеріалу даної теми;
- отримувати та аналізувати розв'язки прямих та двоїстих задач лінійного програмування;
- готувати систему вправ для самостійного виконання.

Щоб розв'язати канонічну задачу лінійного програмування симплекс-методом, потрібно знайти будь-який її опорний розв'язок. Якщо ж система рівнянь канонічної задачі не зведена до одиничного базису, то щоб розв'язати таку задачу симплекс-методом, систему рівнянь зводять до одиничного базису штучно, за допомогою введення до базису штучних одиничних змінних (штучного базису).

Розглянемо таку задачу [4, с. 25].

Потрібно знайти

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max \tag{1}$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases} \tag{2}$$

$$x_j \geq 0, j = 1, n. \tag{3}$$

Тут  $b_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, m < n$ , і серед векторів

$$P_1 = \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{pmatrix}; P_2 = \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{pmatrix}; \dots P_n = \begin{pmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{pmatrix};$$

немає  $m$  одиничних.

Задача, яка полягає в знаходженні

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n - Mx_{n+1} - \dots - Mx_{n+m} \rightarrow \max \tag{4}$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + x_{n+2} = b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + x_{n+m} = b_m \end{cases} \quad (5)$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n+m. \quad (6)$$

де  $M$  – деяке досить велике додатне число, конкретне значення якого як правило не задається, називається *розширеною задачею* відносно задачі (1 – 3). Розширена задача (4 – 6) має опорний план  $X = (0, \dots, 0, b_1, b_2, \dots, b_m)$ , який визначається системою одиничних векторів  $P_{n+1}, P_{n+2}, \dots, P_{n+m}$ , що утворюють базис  $m$ -вимірному векторному простору, який називається штучним. Самі вектори, як і змінні  $x_{n+i}$ , ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), називаються штучними. Оскільки розширена задача має опорний план, то її розв'язок то можна знайти за допомогою симплекс-методу.

Теорема. Якщо в оптимальному плані  $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*, x_{n+1}^*, \dots, x_{n+m}^*)$  розширеної задачі (4 – 6) значення штучних змінних  $x_{n+i}^* = 0$ , ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), то  $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$  буде оптимальним планом задачі (1 – 3).

Таким чином, якщо в знайденому оптимальному плані розширеної задачі значення штучних змінних рівні нулю, то тим самим одержано оптимальний план вихідної задачі. Зупинимось на деяких деталях знаходження розв'язку розширеної задачі.

При опорному плані  $X = (0, \dots, 0, b_1, b_2, \dots, b_m)$  розширене значення лінійної форми є  $F = -M \sum_{i=1}^m b_i$ ,

а значення  $\Delta_j = Z_j - C_j$  рівні  $-M \sum_{i=1}^m a_{ij} - c_j$ . Таким чином  $F_0$  та різниця  $Z_j - C_j$  складаються з двох

частин, одна з яких залежить від  $M$  (її писатимемо в рядкові  $m+2$ ), а інша – не залежить від  $M$  (її писатимемо в рядкові  $m+1$ ). При переході від одного опорного плану до іншого в базис вводять вектор, який відповідає найбільшому за модулем від'ємному числу  $(m+2)$ -го рядка. Штучний вектор, виключений з базису в результаті деякої ітерації, надалі немає сенсу вводити ні в один з наступних базисів, а отже перетворення стовпчиків цього вектора є зайвим. Ітераційний процес за  $(m+2)$ -м рядком продовжують до тих пір, поки:

1. всі штучні вектори будуть виключені з базису;
2. не всі штучні вектори виключені, але  $(m+2)$ -й рядок не містить більше від'ємних елементів.

У першому випадку отриманий базис відповідає деякому опорному плану вихідної задачі і визначення її оптимального плану продовжують за  $(m+1)$ -м рядком.

У другому випадку, якщо елемент, який стоїть в  $(m+2)$ -му рядку стовпчика  $P_0$  від'ємний, вихідна задача не має розв'язку; якщо ж він рівний нулеві, то знайдений опорний план вихідної задачі є виродженим і базис містить принаймні один з векторів штучного базису. Якщо вихідна задача містить кілька одичних векторів, то їх треба включити в штучний базис.

Проілюструємо реалізацію методу штучного базису на прикладах.

Приклад 1. Знайти мінімальне значення цільової функції

$$F = 2x_1 - x_2 - x_4 \rightarrow \min$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 10, \\ -2x_1 - x_2 - 2x_4 \geq 18, \\ 3x_1 + 2x_2 + x_4 \geq 36, \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,4}. \end{cases}$$

Розв'язання. Перейдемо до обмежень-рівностей, та основної задачі.

$$F_1 = -F = -2x_1 + x_2 + x_4 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 10, \\ -2x_1 - x_2 - 2x_4 - x_5 = 18, \\ 3x_1 + 2x_2 + x_4 - x_6 = 36, \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,6}. \end{cases}$$

Випишемо вектори  $P_0 - P_6$ :

$$P_0 = \begin{pmatrix} 10 \\ 18 \\ 36 \end{pmatrix}; P_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}; P_2 = \begin{pmatrix} -2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}; P_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; P_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}; P_5 = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}; P_6 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Серед векторів  $P_1 - P_6$  тільки один одиничний ( $P_3$ ), тому в ліву частину другого і третього рівняння системи обмежень додаємо додаткові невід'ємні змінні  $x_7$  та  $x_8$  і розглянемо розширену задачу.

$$F_1 = -2x_1 + x_2 + x_4 - Mx_7 - Mx_8 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 10, \\ -2x_1 - x_2 - 2x_4 - x_5 + x_7 = 18, \\ 3x_1 + 2x_2 + x_4 - x_6 + x_8 = 36, \\ x_j \geq 0, j = 1, 8. \end{cases}$$

Записуємо симплекс-таблицю:

I	Базис	C <sub>баз</sub>	P <sub>0</sub>	-2	1	0	1	0	0	-M	-M
				P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>
1	P <sub>3</sub>	0	10	1	-2	1	0	0	0	0	0
2	P <sub>7</sub>	-M	18	-2	-1	0	-2	-1	0	1	0
3	P <sub>8</sub>	-M	36	3	2	0	1	0	-1	0	1
4			0	2	-2	0	-1	0	0		
5		-M	-54M	-M	-M	0	M	M	M		

Запишемо симплекс-таблицю в MS Excel. На місцях, де розташовано (-M) будемо писати (-1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				-2	1	0	1	0	0	-1	-1	θi
2	Базис	Сбаз	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	
3	P <sub>3</sub>	0	10	1	-2	1	0	0	0	0	0	
4	P <sub>7</sub>	-1	18	-2	-1	0	-2	-1	0	1	0	
5	←P <sub>8</sub>	-1	36	3	2	0	1	0	-1	0	1	← 18
6			0	2	-1	0	-1	0	0			
7		-M	-54	-1	↑ -1	0	1	1	1			

Обчислюємо елементи шостого і сьомого рядків першої симплекс-таблиці.

$C6 = \text{СУММПРОИЗВ}(\$B\$3:C3)$ ;  $D6 = \text{СУММПРОИЗВ}(\$B\$3:D3) - D1$ , та розповсюджуємо на всі клітинки шостого рядка (не включаючи стовпці з штучними змінними).  $C7 = \text{СУММПРОИЗВ}(\$B\$4:\$B\$5;C4:C5)$ , та розповсюджуємо на всі комірки сьомої строчки (крім двох останніх).

В сьомому рядку отриманої симплекс-таблиці є два від'ємних числа (-1 та -1), що говорить про те, що отриманий план не оптимальний. Переходимо до нової симплекс-таблиці. Оскільки обидва від'ємні елементи сьомого рядка однакові, то в базис можна ввести  $P_1$  або  $P_2$ . Введемо, наприклад, вектор  $P_2$ . З базису виключимо  $P_8$ , оскільки лише елемент третього рядка додатний.  $P_8$  не має сенсу вводити ні в один з наступних базисів, а тому надалі стовпчик даного вектора не заповнюється.

Переходимо до наступної таблиці. Розв'язувальним елементом буде  $a_{32}^{(0)} = 2$  (E5). Для цього задаємо формули для обчислення елементів стовпця P<sub>0</sub> так, щоб розповсюдити їх на всі комірки нової таблиці.

$$C8 = (\$E\$5 * C3 - \$E\$3 * C5) / \$E\$5, C9 = (\$E\$5 * C4 - \$E\$4 * C5) / \$E\$5, C10 = C5 / \$E\$5.$$

Виділяємо значення утвореного стовпця та розповсюджуємо формулу (вправо) на всю таблицю. Таким чином перехід до нової симплекс-таблиці виконано. Елементи 11 та 12 рядків знайдемо аналогічно до першої таблиці (для підсумування першого і третього рядків можна двій в одній формулі скористатися функцією СУММПРОИЗВ).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
				-2	1	0	1	0	0	-1	-1	
	Базис	Сбаз	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	θi
8	P3	0	46	4	0	1	1	0	-1	0		
9	P7	-1	36	-0,5	0	0	-1,5	-1	-0,5	1		
10	P2	1	18	1,5	1	0	0,5	0	-0,5	0		
11			18	3,5	0	0	-0,5	0	-0,5			
12			-36	0,5	0	0	1,5	1	0,5			

Оскільки в останньому рядкові отриманої таблиці  $P_0 = -36 < 0$ , а всі елементи рядка невід'ємні, то задача не має розв'язку.

**Приклад 2.** [5, с. 46] Підприємство отримує від постачальників труби довжиною 3,6 м. Із них треба виготовити 500 заготовок довжиною 1,35 м., 720 заготовок довжиною 1 м. і 800 заготовок довжиною 0,7 м. Яку кількість треба замовити постачальникам і яким способом треба розрізати труби на заготовки, щоб залишки були мінімальними?

Розв'язування. Для побудови математичної моделі задачі розглянемо всі можливі способи розкрою труб на заготовки, відповідні цим способам розрізання залишки і оформимо отримані результати у вигляді наступної таблиці.

Заготовки	Способи розкрою								Кількість заготовок
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1,35 м	2	1	1	1	0	0	0	0	500
1,00 м	0	2	1	0	3	2	1	0	720
0,7 м	1	0	1	3	0	2	3	5	800
Залишки(м)	0,2	0,25	0,55	0,15	0,6	0,2	0,5	0,1	

Позначимо через  $x_j$  кількість труб, які потрібно розрізати  $j$ -тим способом ( $j=1,2,\dots,8$ ). Тоді кількість заготовок довжиною 1,35 м., які можна отримати при всіх способах розкрою, дорівнює  $2x_1 + x_2 + x_3 + x_4$ ; кількість заготовок довжиною 1 м. дорівнює  $2x_2 + x_3 + 3x_5 + x_7$ ; кількість заготовок довжиною 0,7 м. дорівнює  $x_1 + x_3 + 3x_4 + 2x_6 + 3x_7 + 5x_8$ .

Позначаючи тепер через  $F$  сумарні залишки і враховуючи потреби підприємства у відповідних заготовках, отримуємо таку математичну модель задачі:

$$F = 0,2x_1 + 0,25x_2 + 0,55x_3 + 0,15x_4 + 0,6x_5 + 0,2x_6 + 0,5x_7 + 0,1x_8 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 500 \\ 2x_2 + x_3 + 3x_5 + 2x_6 + x_7 = 720 \\ x_1 + x_3 + 3x_4 + 2x_6 + 3x_7 + 5x_8 = 800 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 (j = \overline{1, 8}).$$

Математична модель представляє собою канонічну задачу лінійного програмування, яку можна розв'язати за симплекс-методом (з допомогою електронних таблиць Microsoft Excel), вводячи штучні змінні. Оскільки змінна  $x_5$  входить тільки до другого рівняння, а змінна  $x_8$  – тільки до третього, то ці змінні можна обрати за базисні, якщо коефіцієнти біля них дорівнюватимуть одиниці. З цією метою поділимо обидві частини другого рівняння на 3, а третього на 5. Тоді для того, щоб система рівнянь була зведена до одиничного базису, досить ввести лише одну штучну змінну  $x_9$  додавши її до лівої частини першого рівняння.

Таким чином розширена задача має вигляд:

$$F = 0,2x_1 + 0,25x_2 + 0,55x_3 + 0,15x_4 + 0,6x_5 + 0,2x_6 + 0,5x_7 + 0,1x_8 + Mx_9 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_9 = 500, \\ \frac{2}{3}x_2 + \frac{1}{3}x_3 + x_5 + \frac{2}{3}x_6 + \frac{1}{3}x_7 = 240, \\ \frac{1}{5}x_1 + \frac{1}{5}x_3 + \frac{3}{5}x_4 + \frac{2}{5}x_6 + \frac{3}{5}x_7 + x_8 = 160, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 (j = \overline{1, 9}),$$

де  $M$  – досить велике додатне число.

Розв'яжемо розширену задачу симплекс-методом за допомогою Microsoft Excel, шукаючи замість мінімуму  $F$  максимум функції

$$-F = -0,2x_1 - 0,25x_2 - 0,55x_3 - 0,15x_4 - 0,6x_5 - 0,2x_6 - 0,5x_7 - 0,1x_8 - Mx_9 \rightarrow \max.$$

Запишемо всі дані в симплекс-таблицю, та виконаємо переходи до отримання першого розв'язку, як в прикладі 1.

			-0,2	-0,25	-0,55	-0,15	-0,6	-0,2	-0,5	-0,1	-1	
Базис	Сбаз	Po	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
P9←	-1	500	2	1	1	1	0	0	0	0	1	
P5	-0,6	240	0	2/3	1/3	0	1	2/3	1/3	0	0	
P8	-0,1	160	1/5	0	1/5	3/5	0	2/5	3/5	1	0	
	Zi-Ci	-160	0,18	-0,15	0,33	0,09	0	-0,24	0,24	0	1	
	-M	-500	↑-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	
P1	-0,2	250	1	1/2	1/2	1/2	0	0	0	0		
P5	-0,6	240	0	2/3	1/3	0	1	2/3	1/3	0		360
P8←	-0,1	110	0	-0	0	1/2	0	2/5	3/5	1		275
	Zi-Ci	-205	0	-0,24	0,24	0	0	↑-0,24	0,24	0		
P1	-0,2	250	1	1/2	1/2	1/2	0	0	0	0		500
P5←	-0,6	56 2/3	0	5/6	1/6	-5/6	1	0	-2/3	-1 2/3		68
P6	-0,2	275	0	-1/4	1/4	1 1/4	0	1	1 1/2	2 1/2		
		-139	0	↑-0,3	0,3	0,3	0	0	0,6	0,6		
P1	-0,2	216	1	0	2/5	1	-3/5	0	2/5	1		
P2	-0,25	68	0	1	1/5	-1	1 1/5	0	-4/5	-2		
P6	-0,2	292	0	0	2/7	1	1/3	1	1 2/7	2		
	Zi-Ci	-118,6	0	0	0,36	0	0,36	0	0,36	0		

Оскільки штучна змінна  $x_9$  виведена з базису та всі  $Z_i - C_i \geq 0$ , то отриманий розв'язок  $X_{\text{lopt}} = (216; 68; 0; 0; 0; 292; 0; 0)$  оптимальний і йому відповідає мінімальне значення цільової функції  $F_{\text{min}} = 118,6$ .

Але, оскільки  $Z_i - C_i = 0$  не тільки для базисних змінних  $x_1, x_2, x_6$ , а й для базисних змінних  $x_4$  та  $x_8$ , то це означає, що існують альтернативні розв'язки, яким відповідає те саме мінімальне значення цільової функції  $F_{\text{min}} = 118,6$ . Знайдемо ці три оптимальні розв'язки, починаючи з включення до базисних змінних, наприклад, змінної  $x_4$ . В результаті отримаємо ще три симплекс-таблиці, які дають альтернативні розв'язки задачі.

			-0,2	-0,25	-0,55	-0,15	-0,6	-0,2	-0,5	-0,1	
Базис	Сбаз	Po	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	θi
←P1	-0,2	216	1	0	2/5	1	-3/5	0	2/5	1	←216
P2	-0,25	68	0	1	1/5	-1	1 1/5	0	-4/5	-2	
P6	-0,2	292	0	0	2/7	1	2/7	1	1 2/7	2	292
		-118,6	0	0	0,36	↑0	0,36	0	0,36	0	
P4	-0,15	216	1	0	2/5	1	-3/5	0	2/5	1	216
P2	-0,25	284	1	1	3/5	0	3/5	0	-2/5	-1	
←P6	-0,2	76	-1	0	-1/9	0	8/9	1	8/9	1	←76
		-118,6	0	0	0,36	0	0,36	0	0,36	↑0	
←P4	-0,15	140	2	0	1/2	1	-1 1/2	-1	-1/2	0	
P2	-0,25	360	0	1	1/2	0	1 1/2	1	1/2	0	
P8	-0,1	76	-1	0	-1/9	0	8/9	1	8/9	1	
		-118,6	0	0	0,36	0	0,36	0	0,36	0	
P1	-0,2	70	1	0	1/4	1/2	-3/4	-1/2	-1/4	0	
P2	-0,25	360	0	1	1/2	0	1 1/2	1	1/2	0	
P8	-0,1	146	0	0	1/7	1/2	1/7	1/2	2/3	1	
		-118,6	0	0	0,36	0	0,36	0	0,36	0	

Повертаючись до економічної постановки задачі, можна дати наступну економічну інтерпретацію отриманих результатів. Є чотири варіанти розкрою труб на заготовки відповідної довжини, при яких буде виконано планове завдання щодо заготовок кожного виду і при яких



залишки будуть мінімальними (сумарні залишки при всіх чотирьох варіантах розкрою становитимуть 118,6 м.).

Варіант 1: 216 труб розкроювати першим способом ( $x_1 = 216$ ), 68 труб розкроювати другим способом ( $x_2 = 68$ ) і 292 труби розкроювати шостим способом ( $x_6 = 292$ ).

Варіант 2: 284 труби розкроювати другим способом ( $x_2 = 284$ ), 216 труб розкроювати четвертим способом ( $x_4 = 216$ ) і 76 труб розкроювати шостим способом ( $x_6 = 76$ ).

Варіант 3: 360 труб розкроювати другим способом ( $x_2 = 360$ ), 140 труб розкроювати четвертим способом ( $x_4 = 140$ ) і 76 труб розкроювати восьмим способом ( $x_8 = 76$ ).

Варіант 4: 70 труб розкроювати першим способом ( $x_1 = 70$ ), 360 труб розкроювати другим способом ( $x_2 = 360$ ) і 146 труби розкроювати восьмим способом ( $x_8 = 146$ ).

На реалізацію будь-якого з чотирьох варіантів потрібно 576 труб.

Завдання для самостійного виконання.

Розв'язати за допомогою симплекс-методу (з використанням Ms Excel) задачі.

1. Знайти максимальне значення цільової функції

$$F = -45x_1 - 23x_2 - 7x_3 \rightarrow \max$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} 8x_1 + 16x_2 - 4x_3 = 14, \\ -x_1 - 3x_2 + x_3 \geq 28, \\ 6x_1 + 11x_2 - 3x_3 \geq 7. \\ x_j \geq 0 \quad (j=1,3). \end{cases}$$

2. Знайти мінімальне значення цільової функції

$$F = -14x_1 - 21x_2 - 7x_3 - 7x_4 \rightarrow \min$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} 7x_1 - x_2 + x_3 - 2x_4 \geq -7, \\ -7x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 6x_4 \leq 70, \\ 28x_1 - 3x_2 + 4x_3 - 8x_4 \leq 7. \\ x_j \geq 0 \quad (j=1,4). \end{cases}$$

3. Виробник елементів центрального опалення виготовляє радіатори чотирьох моделей. Обмеження на виробництво обумовлені кількістю робочої сили і кількістю сталевих листів, з яких виробляються радіатори.

Ресурси	Модель радіатора				Запаси ресурсів
Робоча сила (людино-годин)	0,5	1,5	2	1,5	500
Сталеві листи (м <sup>2</sup> )	4	2	6	8	2500
Прибуток від продажу (грн.)	5	5	12,5	10	

Виробник хотів би виготовляти радіатори в кількостях, які б максимізували його прибуток.

### Література

1. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування: Навчальний посібник. – К.: КНЕУ, – 2005 – 452 с.

2. Листопад В.В. Розв'язування задач лінійного програмування засобами MICROSOFT EXCEL. // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання математики: матеріали Всеукр. наук.-метод. конф. (3-4 грудня 2009 р., м. Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2009 – С. 214-216.

3. Листопад В.В. Реалізація симплекс-методу для розв'язання економічних задач оптимізації з допомогою Microsoft Excel. // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 19: збірник наукових праць / за ред. В.Д. Сиротюка. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009 – С. 211-215.

4. Лавер О.Г. Застосування методів лінійного програмування до розв'язання прикладних задач економіки. // Методичний посібник для студентів економічного факультету. – Ужгород. – 1998 – 68 с.

5. Методичний посібник з курсу «Математичне програмування», / Укл. С.П. Круглова. – К., 2001. – 127 с.

### Психолого-педагогічні аспекти застосування синергізму в ІТ-освіті

Актуальність проблеми. Багато дослідників стверджують, що глобальна комп'ютеризація сильно впливає на людську природу, змінює людську свідомість, знижує нормальний рівень емоційного життя, призводить до комп'ютерної залежності.

Зміни, що сталися в різних галузях діяльності людей за останні роки, також значною мірою зачепили й освіту. Так, у зв'язку з просуванням суспільства до ринкової економіки і демократичного устрою збільшився ступінь свободи, розширилося поле для прояву ініціативи і вільного вибору, серйозно змінилися цілі, зміст та функції освіти, розсунулися його горизонти. Так, зокрема, головними напрямками реформи української освіти повинні стати увага і повага до людини, звернення до її духовності. Саме зараз стає актуальним будь-яке продуктивне дослідження в освітній галузі перетворювати у психолого-педагогічне, яке розкриває і досліджує єдність зовнішніх і внутрішніх чинників освіти, педагогічні умови та способи формування мотивації, установок, ціннісних орієнтацій, творчого мислення, інтуїції, переконань особистості, умови її здорового психічного і фізичного розвитку [1]. Також методологічною основою цієї реформи має стати застосування міждисциплінарного підходу, який сприяє відновленню цілісних уявлень про світ. Це обумовлюється тим, що інтеграція знань на основі міждисциплінарних зв'язків дає можливість відтворити на новому, більш високому рівні цілісне бачення будь-яких проблем, ситуацій, явищ в усій повноті їх багатогранності, багатоаспектності.

З психолого-педагогічної точки зору можна виділити кілька ліній змін:

- функціонування і розвиток мислення здійснюються в більш упорядкованому штучному середовищі, при залученні сенсорно-моторного інтелекту.
- Повідомлення, що циркулюють в цьому середовищі, кодуються людиною в символічній формі, за допомогою різних штучних мов.
- розвиток людини не тільки у спілкуванні з людьми, але і при її зануренні у відповідні середовища.
- використання людиною комп'ютера для підвищення ефективності своєї професійної діяльності, а також для культивування у себе різних типів рефлексії (інтелектуальної, особистісної, комунікативної та ін.).

Таким чином, проблема збереження особистості в інформаційному суспільстві, набуває особливої актуальності.

При цьому важливими стають дослідження ролі впровадження синергізму в ІТ-освіту з психолого-педагогічної точки зору.

У класичній педагогіці найбільш повно психолого-педагогічне обґрунтування дидактичної значущості міжпредметних зв'язків дав К.Д. Ушинський, який вважав, що міжпредметні зв'язки виступають не лише засобом досягнення загальних соціальних цілей навчання, всебічного розвитку учня, але й одним з необхідних чинників формування педагогічних завдань [7, 600].

У даному напрямку працюють багато психологів і педагогів, серед яких наведемо І.В. Роберт, яка досліджувала дидактичні питання та перспективи використання комп'ютерних технологій в освіті; В.І. Загвазінського, Р. Атаханова, які охарактеризували прийоми висування гіпотез, процес виникнення ідеї і задуму психолого-педагогічного дослідження, охарактеризували основні методи та методики пошукової роботи, а також способи апробації та інтерпретації результатів дослідження, умови розвитку творчості та дослідницьких умінь педагогів; Р.С. Піонову, яка досліджувала проблеми вдосконалення педагогіки вищої школи. У посібнику «Педагогіка вищої школи» вона представила досягнення педагогічної науки, використовувала досвід зарубіжної педагогіки. Основну увагу приділила питанням вузівського навчання і виховання [6]; М.В. Буланову-Топоркову та її співавторів, які в роботі «Педагогічні технології» розкрили актуальні проблеми вищої освіти такі, як: тенденції розвитку вищої освіти, її зміст, технології навчання, методи формування системного професійного мислення, підготовка широкопрофільного фахівця ХХІ ст. і виховання його гармонійної, креативної і гуманної особистості [4]; Ю.Г. Фокіна, який у своїй роботі «Викладання і виховання у вищій школі» особливу увагу приділяв виховній роботі, яка сприяє становленню особистості студента як суб'єкта культури, і творчості викладача. Також він досліджував нетрадиційні підходи до традиційних педагогічних проблем [9]; С.Д. Смирнова, автора роботи «Педагогіка і психологія вищої освіти» [8] та ін.

Психологи дедалі частіше звертають увагу на той факт, що у людей різна психологічна стійкість до процесів інформатизації. З цієї причини необхідно чітко визначення гранично

допустимих навантажень на психіку у різних соціальних груп в умовах зростаючих потоків різноманітних повідомлень.

Різні способи освоєння світу дають можливість багатомірного бачення проблеми. Саме тому сьогодні визначальною тенденцією пізнавального процесу є інтеграція.

Сучасна освіта, яка заснована на інтеграції різних методів і різних наук, має сприяти цілісному усвідомленню світу. Разом з цим слід пам'ятати, що інтеграція знань неможлива без застосування творчих зусиль [4].

Значною мірою розширюються і видозмінюються функції освіти як важливого чинника соціальної стабільності, наступності культури, збереження морального, фізичного і психічного здоров'я молоді, виховання творчої, вільної, активної та відповідальної особистості. Досягнення цієї мети вимагає освоєння нових функцій і нового змісту освіти, пошуку та впровадження прогресивних технологій і гнучких організаційних форм, перегляду деяких принципів освіти і виховання, знаходження ефективних способів індивідуального підходу до вихованців.

Проте відразу ж постає питання визначення тих людей, які повинні виконувати цю роботу. Традиційно вважалось, що це повинні робити вчені. Однак в останні роки стало ясно, що конкретні проекти перетворень, кропіткий пошук кращих їх варіантів - справа кожного освітнього закладу. Таким чином, у освітніх закладів з'явилася нова функція - пошуково-дослідницька. Якщо дошкільний заклад, школа, вуз - будь-який освітній заклад не знайде свого обличчя, свого місця в соціальній ніші, якщо воно не стане привабливим для будь-якого контингенту учнів, то не витримає конкуренції, не виконає своєї високої місії.

Обґрунтовуючи вище зазначене, слід відзначити, що оволодіти принципами і методами психолого-педагогічного дослідження необхідно не тільки вченим, але й широкому колу психологів і педагогів. Це дозволить краще усвідомити нові цілі і завдання освіти та виховання, засвоїти прогресивні технології, гнучкі організаційні форми, знайти способи органічного сплетіння педагогічних, психологічних та інших методів, продивитись навіть деякі принципи освіти та виховання. З цієї причини останні кілька років стали періодом інноваційних починань, експериментування стало набувати масовий характер.

Що стосується тематики нових інноваційних програм, то слід зазначити, що основний акцент педагогами-розробниками робиться на застосування методів активного навчання. Однак слід пам'ятати, що проблема активності у навчанні як провідний чинник досягнення цілей навчання, загального розвитку особистості, професійної її підготовки вимагає принципового осмислення найважливіших елементів навчання. Стратегічним напрямом активізації навчання повинно бути не збільшення обсягу навчального матеріалу, не посилення і збільшення кількості контрольних заходів, а створення дидактичних і психологічних умов осмисленості навчання, включення до нього учня на рівні не тільки інтелектуальної, але особистісної та соціальної активності [5].

Тому сьогодні більшість педагогів у своїй діяльності застосовують методи активного навчання, які більшою мірою сприяють всебічному розвитку особистості. Педагоги відзначають, що однією з головних причин, яка посприяла зверненню до цього методу навчання, є також і бурхливий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, що спричинює необхідність постійно оновлювати знання. Цього можна досягти головним чином шляхом самоосвіти, а це вимагає від людини пізнавальної активності і самостійності, що в першу чергу передбачає інтелектуально-емоційний відгук на процес пізнання, прагнення учня до навчання, до виконання індивідуальних і спільних завдань, інтерес до діяльності викладача і студентів. Тому тільки широке використання методів активного навчання, активної розумової та практичної діяльності, причому з самого початку процесу навчання, розвиває такі важливі інтелектуальні якості людини, які необхідні для забезпечення подальшої його активності в постійному оволодінні знань і застосування їх на практиці [5].

Не варто також забувати про наочність навчання, яка залишається важливою при будь-якому методі навчання. Відомо, що якість проведення занять у вузі залежить від уміння викладача поєднувати живе слово з наочними образами, використовуючи різноманітні технічні засоби навчання, що:

- підвищує ступінь наочності, конкретизує поняття, явища, події;
- збагачує уявлення учнів, задовольняє їхню допитливість;
- найбільш повно відповідає науковим і культурним інтересам і запитам учнів;
- робить доступним для учнів такий матеріал, який без технічних засобів навчання недоступний;
- активізує пізнавальну діяльність учнів, сприяє пізнавальному засвоєнню матеріалу, розвитку мислення, просторової уяви, спостережливості;
- є засобом повторення, узагальнення, систематизації і контролю знань;
- ілюструє зв'язок теорії з практикою;

- створює умови для використання найбільш ефективних форм і методів навчання, реалізації основних принципів цілісного педагогічного процесу і правил навчання;
- за рахунок використання техніки, економить навчальний час, енергію викладача і студентів [2].

Проблема вибору методу навчання є актуальною як в усіх освітніх установах в цілому, так і в усіх їх підрозділах. Так, зокрема, не можна не відмітити, що в умовах сучасного науково-технічного прогресу вимоги до фахівця нового типу в будь-якій галузі професійної праці зростають: з одного боку, він повинен мати широту знань не лише у своїй предметній галузі, але і в суміжних, уміти орієнтуватися в "приростах" наукових знань і своєчасно їх асимілювати у своїй професійній діяльності, без чого він не зможе протистояти швидкому моральному старінню отриманих професійних знань. З іншого боку він повинен добре володіти професійними знаннями у власному значенні слова, тобто необхідними для виконання порівняно вузького кола професійних завдань.

Це більшою мірою торкається IT-фахівців, оскільки інформаційні технології з величезною швидкістю модифікуються, і знання, отримані в цій сфері, швидко застарівають. Як наслідок цьому IT-фахівці повинні постійно оновлювати свої знання, що спричинює певні труднощі. Тому педагогічний склад цієї спеціальності повинен збагатити студентів не лише знаннями, але і допомогти їм навчитися як можна легше і швидше адаптуватися в умовах, що швидко змінюються. У цьому їм найбільш ефективно може допомогти застосування як міжпредметних, так і внутрішньопредметних зв'язків.

Оскільки у IT-спеціалістів, в основному, розвинене інженерне мислення, то важливо відмітити, що мислення сучасного інженера і висококваліфікованих робітників XXI ст. істотно ускладнюється, включає суміжні типи мислення: логічне, образно-інтуїтивне, практичне наукове, естетичне, економічне, екологічне, ергономічне, управлінське і комунікативне.

Тому, щоб формувати гармонійного фахівця з системним мисленням, треба щоб і самі педагоги ВНЗ долали свій вузькопрофесійний погляд на завдання навчання і роль своєї навчальної дисципліни. Необхідно, щоб самі викладачі мали достатній базис наукових уявлень, внаслідок чого навіть при навчанні вузьких технічних дисциплін їх комплексна ерудиція і системність мислення дозволятимуть давати студентам комплексно синтезовану наукову картину світу, формувати всебічно розвинену особистість фахівця XXI ст.

Сьогодні у вищій школі, орієнтованій на предметне вивчення і блокову побудову дисциплін, важко створити у студентів сучасне цілісне уявлення про науку. Тому для вирішення цієї проблеми у вищій школі повинен переважати інтеграційний тип пізнання, який поєднуватиме в собі безпосередній досвід, системне мислення, нетривіальний підхід до проблеми, інтуїцію.

Процеси інтеграції залежно від типів міждисциплінарних зв'язків і об'єму інтегрованого змісту можуть реалізовуватися в різних за тривалістю варіантах: інтегрована лекція, спецкурс, підсумковий інтеграційний курс, що завершує певний блок дисциплін. Крім того, процесуальні характеристики читання інтегрованих курсів залежать від характеру їх змісту і дидактичних цілей. Інтеграційні процеси в освіті призводять до появи нових дисциплін і навіть спеціальностей, на стику різних галузей знань, без чого немислимі нові технології.

Будучи одним з найперспективніших напрямів сучасної освіти, процес інтеграції знаходиться в експериментальній стадії і потребує глибокого теоретичного обґрунтування його методологічних, психолого-педагогічних і змістових аспектів [4].

Таким чином, з психолого-педагогічної точки зору застосування синергізму в навчанні IT-фахівців в загальному випадку відіграє позитивну роль для розвитку особистості, але при цьому викладачі повинні, застосовуючи увесь свій професіоналізм при розробці планів і навчальних програм, скоригувати їх так, щоб негативна сторона проявлялася якомога менше. Саме з цієї причини в освіті велику популярність отримали інноваційні процеси, які сприяють виникненню і поширенню нововведень. Також слід зазначити, що в пошуково-дослідницькій роботі слід також орієнтуватися на синергетичний підхід, що припускає розробку варіативних моделей навчального процесу і змісту курсів, засадничими принципами яких будуть інтеграція і творчий розвиток особистості.

#### **Список використаних джерел:**

1. Загвязинский В.И. Методология и методы психолого-педагогического исследования: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. - 2-е изд., стер./ В.И. Загвязинский, Р. Атаханов - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 208 с.
2. Коджаспирова Г.М. Технологические средства обучения и методика их использования: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. / Г.М. Коджаспирова, К.В. Петров. - М.: Издательский центр «Академия», 2001. - 256с.

3. Латышев В.Л. Психолого-педагогические проблемы развития мышления и личности учащихся в условиях информатизации образования / В.Л. Латышев // Информатика и образование. 2003. - № 6. - С. 113-116.
4. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие / [М.В. Буланова-Топоркова, А.В. Духавнева, Л.Д. Столяренко, С.И. Самыгин, Г.В. Сучков, В.Е. Столяренко]; ответственный редактор М. В. Буланова-Топоркова, - Ростов н/Д: Издательство Феникс, 2002 г. - 544 с.
5. Педагогические технологии: Учебное пособие для студентов педагогических специальностей / Под общей ред. В.С. Кукушина. – Серия «Педагогическое образование». – Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 336 с. (Серия «Педагогическое образование»)
6. Пионова Р.С. Педагогика высшей школы: учеб. пособие / Р.С.Пионова - Мн.: Университетское, 2002. - 256 с.
7. Руссо Ж.Ж. Педагогические сочинения / Ж.-Ж. Руссо [под ред. Г.Н. Джибладзе; сост. А.Н. Джуринский]. - В 2-х т. - М., 1981. - (Пед. библиотека). Т.1. – 1981. - 656 с.
8. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: учеб. [пособие – 2-е изд., перераб. и доп.] / С.Д. Смирнов. - М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 400 с.
9. Фокин Ю.Г. Преподавание и воспитание в высшей школе: Методология, цели и содержание, творчество: Учеб. пособие [для студ. высш. учеб. Заведений] / Ю.Г. Фокин. - М.: Издательский центр "Академия", 2002. - 224 с.

**Васильева Д.В.**  
Лицей «Престиж»

### **Уроки повторення, систематизації та узагальнення знань з використанням мультимедійної дошки**

У сучасному світі розвиток особистості спричинюється дією багатьох факторів і відбувається у різних напрямках. Для формування особистості школяра суттєве значення має система освіти загалом і процес навчання на кожному уроці зокрема. Сучасний етап розвитку освіти в Україні характеризується інтенсивним переосмисленням цінностей, пошуками нового в теорії та практиці навчання і виховання. За результатами наукових пошуків педагогів і методистів і на основі передового педагогічного досвіду окремих учителів і цілих педагогічних колективів у практику роботи школи активно впроваджується велика кількість інновацій. Не всі вони однаково сприймаються учителями практиками й учнями, але значна їх кількість суттєво впливає на активізацію навчально-виховного процесу в школі і підвищення якості та рівня знань підростаючого покоління.

Серед усіх інновацій сучасності одностаїне визнання і найбільше використання в школі здобули комп'ютерні технології. Проблеми інтенсифікації навчання математичних дисциплін на основі широкого запровадження комп'ютерних технологій присвячені роботи М. І. Жалдака, Т. Г. Крамаренко, Н. В. Морзе, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, Ю. В. Триуса, М. О. Семерікова, О. І. Скафи та інших. Окремі питання використання ІКТ у навчанні математики розглядаються в роботах С. І. Ганжели, Т. В. Дубової, О. Б. Жильцова, А. В. Пенькова, Н. В. Кульчицької, В. В. Лапінського (особливості використання комп'ютерних технологій у процесі вивчення математики в школі); Є. Ф. Вінниченка, О. В. Вітюка, Ю. В. Горошка, О. А. Смалько (методика використання педагогічних програмних засобів); М. С. Голованя, О. Б. Жильцова, Н. В. Житеньової, Т. В. Зайцевої, І. О. Теплицького (розвиток знань та умінь учнів з використанням комп'ютерної техніки).

В посібнику для вчителів «Математика з комп'ютером» зазначається: «Впровадження в навчальний процес сучасних засобів пошуку, збирання, зберігання, опрацювання, подання, передавання різноманітних відомостей відкриває широкі перспективи гуманітаризації освіти і гуманізації навчального процесу, поглиблення і розширення теоретичної бази знань і надання результатам навчання практичної значущості, активізації пізнавальної діяльності, створення умов для повного розкриття творчого потенціалу дітей з врахуванням їхніх вікових особливостей і життєвого досвіду, індивідуальних нахилів, запитів і здібностей» [1, 3].

Дослідження педагогів, психологів і методистів, а також власний досвід педагогічної роботи в школі автора статті вказують на те, що доцільно поєднувати традиційні та інноваційні підходи до навчання. У повній мірі це стосується і навчання математики. У діючій програмі з математики зазначається, що «широке застосування комп'ютерів у навчанні математики доцільне для проведення математичних експериментів, практичних занять, інформаційного забезпечення, візуального інтерпретування математичної діяльності, проведення досліджень», а також підкреслюється, що

«прикладна спрямованість математичної освіти суттєво підвищується завдяки впровадженню комп'ютерів у навчання математики» [2, 44].

Для школи традиційною і основною є класно-урочна форма навчання, ключовим компонентом якої є урок. Оскільки кожний урок має ті самі структурні компоненти, що і процес навчання в цілому (цільовий, змістовий, стимуляційно-мотиваційний, операційно-діяльнісний, контроль-регулювальний та оцінювально-результуючий), то ефективність навчального процесу залежить від ефективності кожного з уроків.

Урок як педагогічну проблему досліджували відомі педагоги і психологи: С. М. Бондаренко, Г. Д. Кирилова, Б. І. Коротяєв, В. В. Котов, Х. Й. Лийметс, М. І. Махмутов, В. А. Онищук, П. І. Підкасистий, Л. І. Соболев, А. М. Сохор, Н. М. Яковлев та інші.

Значна увага педагогів і психологів приділяється поділу уроків на типи і види за різними ознаками. К. Д. Ушинський виділив чотири типи уроків: 1) змішані уроки, метою яких є повторення вивченого, пояснення і закріплення нового матеріалу; 2) уроки усних вправ; 3) уроки письмових вправ; 4) уроки перевірки й оцінювання знань, які проводяться після певного періоду навчання та наприкінці навчального року.

У сучасній дидактиці (В. О. Онищук, М. А. Сорокін, М. І. Махмутов та ін.) основними типами уроків, які проводяться в школі, є такі:

- 1) комбіновані (змішані);
- 2) уроки засвоєння нових знань;
- 3) уроки засвоєння навичок і умінь;
- 4) уроки застосування знань, навичок і умінь;
- 5) уроки узагальнення і систематизації знань;
- 6) уроки перевірки, оцінювання і корекції знань, навичок і умінь.

Окремі види уроків з математики, їх структурні компоненти, особливості проведення та шляхи підвищення ефективності розглядалися в роботах Г. П. Бєвза, А. В. Грохольської, О. С. Дубинчук, Ю. І. Мальованого, М. В. Метельського, З. І. Слєпкань, А. А. Столяра, Р. С. Черкасова та інших математиків-методистів.

У методиці навчання математики наведена вище типізація уроків дещо конкретизується, зокрема виокремлюється урок повторення, систематизації й узагальнення знань. Цей тип уроків є невід'ємною складовою навчання математики і найбільш складним за способом організації та методикою проведення. Ефективним засобом інтенсифікації уроків повторення, систематизації й узагальнення знань з математики є мультимедійна дошка.

Курс математики, який пропонується учням 5–6 класів, – пропедевтичний, проміжний між математикою початкової школи і систематичним курсом математики основної школи. Відповідно до програми вивчення математики в 5 – 6 класах спрямоване на розвиток, збагачення і поглиблення знань учнів про: числа і дії над ними; числові й буквенні вирази; величини та їх вимірювання; рівняння і нерівності; геометричні фігури і геометричні тіла.

Основу курсу складає розвиток поняття числа та формування міцних обчислювальних і графічних навичок. Матеріал про вимірювання величин, їх середні значення, відношення і пропорції, відсотки має переважно прикладний характер. Навчальний матеріал, що стосується виразів, величин, рівнянь і нерівностей, геометричних фігур, має загалом пропедевтичний характер. Його вивчення здійснюється інтегровано з вивченням відповідних чисел і операцій над ними.

За навчальним планом на вивчення математики в 5 класі відводиться 4 години на тиждень, тобто 140 годин на рік (I півріччя – 64 год, II півріччя – 76 год).

Існують різні підходи, щодо частоти проведення уроків повторення, систематизації й узагальнення знань з математики. В 5 класі доцільно проводити такі уроки один раз на 3–4 тижні, тобто через 10–15 уроків. Доцільно проводити уроки повторення, систематизації й узагальнення знань після вивчення таких тем:

1. Натуральні числа. Додавання і віднімання натуральних чисел.
2. Геометричні фігури. Множення натуральних чисел.
3. Ділення натуральних чисел. Буквенні вирази і рівняння.
4. Геометричні фігури. Величини та їх значення.
5. Дробові числа і звичайні дроби.
6. Десяткові дроби. Додавання і віднімання десяткових дробів.
7. Множення десяткових дробів.
8. Ділення десяткового дробу.
9. Елементи прикладної математики.

Як бачимо, майже кожний з перерахованих уроків містить відомості про числа і дії над ними. Саме тому невід'ємним компонентом кожного уроку мають стати вправи на виконання дій, зокрема

усні. На початку кожного уроку повторення, систематизації й узагальнення знань учням бажано запропонувати виконати тестові завдання, за допомогою яких з'ясувати, наскільки швидко і правильно учні виконують обчислення. Це можуть бути завдання з підручника чи оригінальні, підготовлені вчителем спеціально для даного класу. Основне, щоб кожен учень мав можливість самостійно відповісти на кожне з тестових завдань і перевірити правильність розв'язання. Після вивчення теми 1 «Натуральні числа. Додавання і віднімання натуральних чисел» доцільно запропонувати учням виконати тестові завдання закритого типу з вибором однієї правильної відповіді. За наявності мультимедійної дошки таку роботу можна організувати як колективну: на дошці поступово подаються завдання у двох варіантах, а учні відмічають відповіді у заздалегідь підготовлених картках. Після закінчення тестування учні обмінюються картками і звіряють відповіді з правильними, які вчитель або один з учнів подає на дошці.

Якщо крім власне мультимедійного комплексу кожен учень в класі має індивідуальну мишку, то за допомогою спеціальної безкоштовної програми Microsoft Mouse Mischief [3] можна проводити колективне тестування, а результати одразу виводити на мультимедійну дошку.

Роботу з усними вправами можна організовувати й фронтально. З цією метою використовуються PowerPoint-презентації. На мультимедійній дошці можна урізноманітнювати способи подання завдань, швидко змінювати їх, висвітлювати правильні відповіді. Все це посилює інтерес і зміцнює увагу учнів до завдань.

Наприклад, під час уроку повторення, систематизації й узагальнення знань з теми 6 «Десяткові дробі. Додавання і віднімання десяткових дробів» на мультимедійній дошці можна послідовно демонструвати малюнки 1 і 2 з написом «Знайдіть суму». Для першого малюнку вчитель вказує, яка з вправ виконується першою, а для другого пояснює, що до числа, записаного в центрі, слід додати кожне з інших чисел. Для сильніших учнів можна запропонувати знайти суму трьох чисел (5,5 і два зовнішні, що стоять поруч). Учні мають не тільки вказати правильну відповідь, але й прочитати кожен з доданків. У такий спосіб формується також і культура математичної мови.

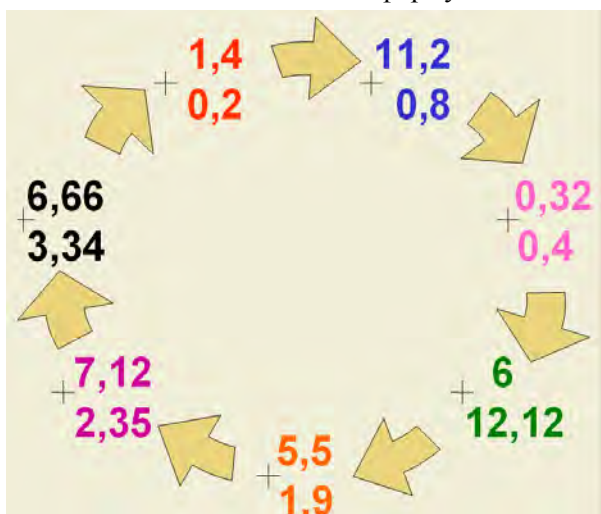


Рис. 1

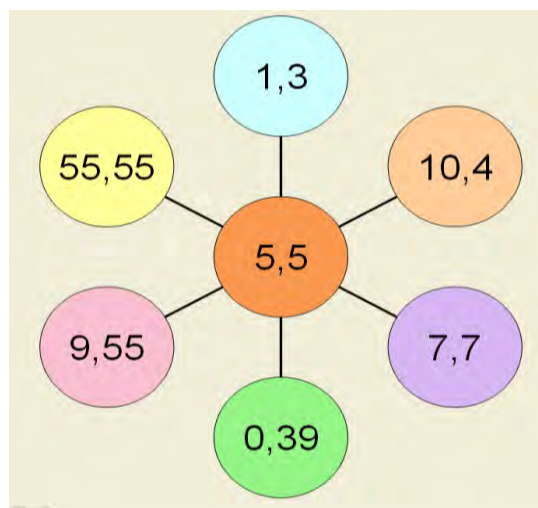


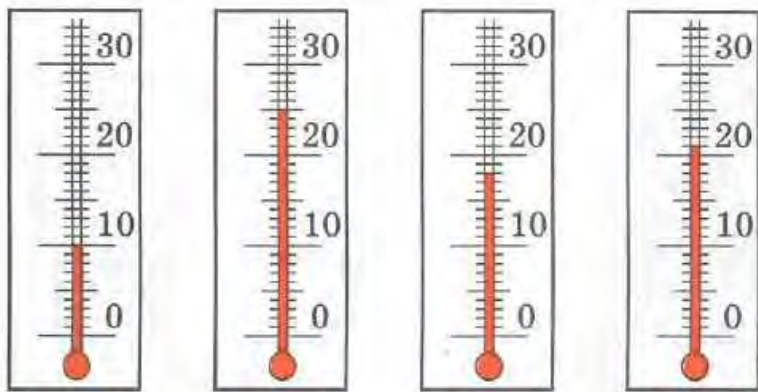
Рис. 2

Аналогічно, або й у іншому вигляді, можна подати вправи на знаходження різниці чисел, а на інших уроках – добутку і частки.

Особливо ефективним є використання мультимедійної дошки для усного розв'язування задач і вправ, до яких подаються відповідні зображення. Наприклад, під час уроку повторення, систематизації й узагальнення знань з теми 2. «Геометричні фігури. Множення натуральних чисел» необхідно повторити матеріал про шкали і ціну поділки. Зробити це можна за допомогою таких вправ.

1. Знайдіть ціну маленької і великої поділки термометра, зображеного на рисунку 3.
2. Яку температуру показує термометр, зображений на рисунку 3?
3. Яку температуру буде показувати термометр, якщо його стовпчик підніметься на 3 поділки (див. рис. 3)?
4. Яку температуру буде показувати термометр, якщо його стовпчик опуститься на 5 поділок (див. рис. 3)?
5. Знайдіть ціну маленької і великої поділки термометра, зображеного на рисунку 3.
6. Знайдіть ціну поділки спідометра, зображеного на рисунку 4.
7. Яку швидкість розвиватиме автомобіль у момент часу, коли стрілка спідометра вказуватиме на: а) точку *A*; б) точку *B*; в) точку *C*; точку *D*.

8. Стрілка спідометра одного автомобіля вказує на точку *A*, а другого на точку *B* (рис. 4). На скільки швидкість другого автомобіля більша, від швидкості першого? У скільки разів швидкість другого автомобіля більша, від швидкості першого?



а) б) в) г)

Рис. 3

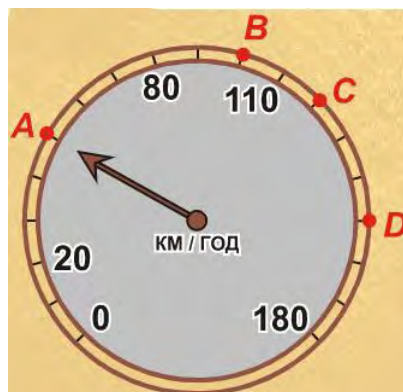


Рис.4

Власне геометричний матеріал у 5-у класі вивчається двома блоками. Спочатку вивчаються відрізки, промені, прямі, кути, а потім багатокутники (трикутник, прямокутник, квадрат) і прямокутний паралелепіпед. У програмі підкреслюється, що вивчення геометричних фігур має передбачати використання наочних ілюстрацій, прикладів із довкілля, життєвого досвіду учнів, виконання побудов, і сприяти виробленню вмінь виділяти форму і розміри як основні властивості геометричних фігур. Закріплення понять супроводжується їх класифікацією (кутів, трикутників, взаємного розміщення прямих на площині) [2, 5].

Особливе місце класифікаціям слід відводити на уроках повторення, узагальнення і систематизації, оскільки узагальнення і систематизація як етапи пізнання уможливають визначення місця понять, що вивчалися, в системі відповідних знань та їх підпорядкування (на основі встановлених між ними суттєвих зв'язків). Зрозуміло, що для учнів 5-го класу важко самостійно будувати класифікаційні схеми та встановлювати співвідношення між поняттями. Але вчителю потрібно якомога частіше використовувати класифікаційні діаграми і схеми як під час вивчення нового матеріалу, так і на уроках повторення, узагальнення і систематизації знань. Наприклад, для систематизації знань про кути учням пропонується перелічити всі відомі їм види кутів, сформулювати їх означення. Після цього учні замальовують у зошит класифікаційну схему, подану на мультимедійній дошці (рис. 5).

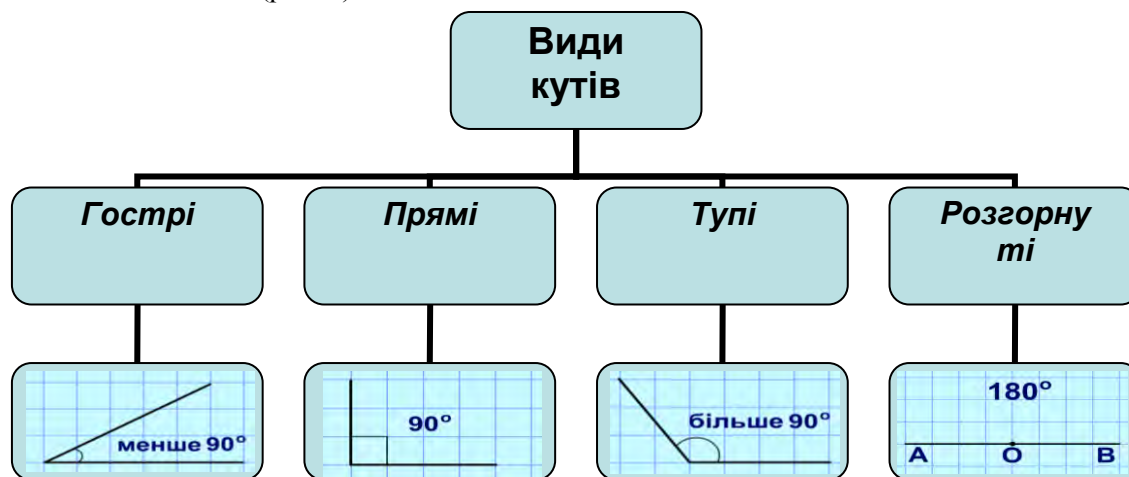


Рис. 5

Аналогічні класифікаційні схеми бажано показувати учням стосовно трикутників, чотирикутників та інших геометричних фігур.

За допомогою програмного забезпечення Smart Notebook на Smart дошках можна рухати об'єкти, тобто в реальному часі учні самостійно можуть систематизувати запропоновані об'єкти і створювати класифікації. Наприклад, після вивчення теми 4 «Геометричні фігури. Величини та їх значення» учні мають добре орієнтуватися на видах трикутників, а саме розуміти, що трикутники бувають двох видів – різносторонні і рівнобедрені, а також, що рівносторонні трикутники – це окремий випадок рівнобедрених трикутників. Для перевірки того, як учні засвоїли цей факт, варто



запропонувати завдання, подане на рисунку 6. Для виконання цього завдання учні можуть скористатися як реальними вимірювальними інструментами (лінійкою, косинцем, транспортиром), так і віртуальними, взятими з галереї Smart Notebook. Цю вправу можна пропонувати багато разів у різних класах. Для деяких учнів таке завдання є важким. Це означає, що учні погано засвоїли тему і потребують додаткових пояснень.

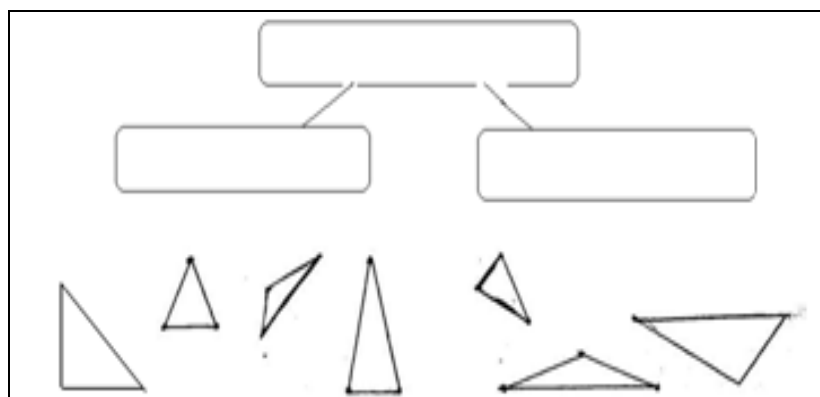
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оберіть ознаку, за якою зображені трикутники можна поділити на два класи.</li> <li>2. Дайте назву кожному класу, заповнивши порожні клітинки схеми.</li> <li>3. Встановіть вид кожного трикутника і перемістіть його під відповідну клітинку.</li> </ol>
--	--

Рис. 6

Для того, щоб учні зрозуміли і засвоїли, що куб є окремим випадком прямокутного паралелепіпеда, можна показати їм співвідношення між змістами цих понять за допомогою діаграми, зображеної на рисунку 7. Якщо на вивчення математики відводиться більша кількість годин, то на уроці повторення, узагальнення і систематизації знань з теми 4 «Геометричні фігури...» можна показати на моделях приклади похилого і прямого паралелепіпеда. За таких умов співвідношення між різними видами паралелепіпедів буде мати вигляд, як на рисунку 8. Тут 1 – паралелепіпеди, 2 – прямі паралелепіпеди, 3 – прямокутні паралелепіпеди, 4 – куби.



Рис. 7

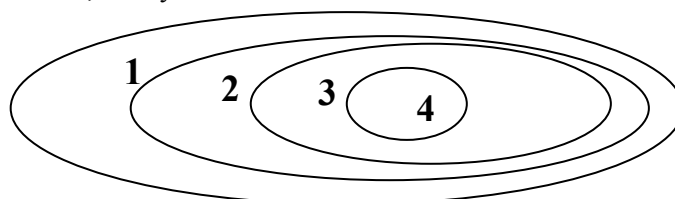


Рис. 8

За допомогою програмного забезпечення мультимедійної дошки можна не лише показати готові діаграми, а й у реальному часі розглянути їх створення. Крім цього за допомогою гіперпосилань, можна нагадати учням різні види розглядуваних об'єктів. Їх учитель може створити заздалегідь, або безпосередньо на уроці на основі пакету «GRAN-3D».

Для визначення площ многокутників та інших геометричних фігур на уроці повторення, систематизації та узагальнення знань з математики в 5 класі в реальному часі можна використовувати програму «GRAN-2D», детально про це описано в роботі [1, 47 - 51].

Використання педагогічних програмних засобів, зокрема пакету «GRAN», для підтримки навчання математики набуває все більшого розповсюдження. Цьому сприяє не тільки широка комп'ютеризація шкіл, а і наявність відповідного програмного забезпечення. Особливої уваги заслуговують програмні продукти, що створюються українськими розробниками. Саме такі програми розраховані на вітчизняну методичну систему навчання математики, а відповідні посібники орієнтовані на шкільні підручники, прийняті в українських школах [4, 70].

### Література

1. Жалдак М.І., Горошко Ю.В., Вінниченко Є.Ф. Математика з комп'ютером. Посібник для вчителів. – 2-ге вид., – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – 282 с.
2. Математика. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів./ М.І. Бурда, Г.В. Апостолова, В.Г. Бевз та ін. – К.: Перун, 2003. – 64 с.
3. Microsoft Mouse Mischief // [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.microsoft.com/ukr/ua/>
4. Горошко Ю.В., Вінниченко Є.Ф. Використання комп'ютерних програм для створення динамічних моделей при вивченні математики // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : Зб. наукових праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2008. – №6 (13). – С. 70-75.

### Сучасні підходи до навчання інформатики в педагогічному університеті з використанням дистанційних технологій

Пошуки нових форм та альтернативних рішень у навчанні почалися вже давно. Методики та технології навчання, засоби навчальної діяльності викладача, носії навчального матеріалу змінювалися з розвитком технічних можливостей. З'явилася можливість використовувати нові форми подання навчального матеріалу: читання лекцій і проведення занять у прямому ефірі, демонстрація відеозаписів лабораторних дослідів, складних експериментів, екскурсій і подорожей. Крім друкованих матеріалів стали використовуватися аудіо та відеокасети, комп'ютерні тренажери, енциклопедії, довідники, дистанційні навчальні курси тощо.

Впроваджувати комп'ютерну техніку в навчальний процес в Україні почали вже наприкінці 50-х років 20-го століття під керівництвом видатних українських вчених-інформатиків В.М. Глушкова, К.Л. Ющенко, Б.М. Малиновського та ін. [1, 3].

Проблемам створення і впровадження електронних засобів навчання присвячені роботи А.А. Андрєєва, О.І. Башмакова, В.Ю. Бикова, Ю.В. Горошка, М.І. Жалдака, В.М. Кухаренка, Н.В. Морзе, Є.С. Полат, С.А. Ракова, Ю.С. Рамського, З.С. Сейдаметової, С.О. Семерікова, Є.М. Смирнової-Трибульської, О.М. Спіріна, Ю.В. Триуса, А.В. Хуторського, та ін.

Однією із основних вимог до вищої освіти є вимога її сучасності. Вона включає в себе уявлення про те, якою повинна бути сучасна людина, роль людини у суспільстві, яке її призначення, очікування від освіти у самої людини, яке замовлення на її освіту. Все більше освіта орієнтується на "вільний розвиток", високу культуру, творчу ініціативу, самостійність, мобільність майбутніх спеціалістів. І це вимагає якісно нових підходів до формування майбутнього фахівця [2].

Стрімкий розвиток інформаційного суспільства спричинює те, що професійна діяльність сьогоденного молодого фахівця не визначена на весь період його трудової активності, а навпаки, припускає необхідність безперервного навчання, готовність до постійного підвищення своїх професійних компетентностей. Як наслідок, у процесі професійної підготовки студентів педагогічних університетів необхідно не тільки формувати предметні знання й уміння, але й сприяти розвитку тих особистісних якостей випускників, які дозволили б їм у майбутньому вирішувати нові педагогічні завдання.

Випускники педагогічних університетів повинні вміти навчатися упродовж усього життя, вміти спілкуватися, бути здатними до самовдосконалення, запобігати конфліктам. Вчителі всіх спеціальностей повинні вміти на сучасному рівні готувати і подавати навчальний матеріал, презентації до уроків, шукати цікавий матеріал у мережі Інтернет для використання на уроках та для самоосвіти і саморозвитку, вміти вчитися протягом усього життя, підвищувати рівні своїх професійних і загальнокультурних компетентностей, творчо підходити до своєї професійної діяльності.

Сьогодні традиційні методи навчання доповнюються новими методами, заснованими на використанні мережі Інтернет, електронно-комп'ютерних мереж та телекомунікаційних засобів.

Поряд з традиційними технологіями навчання з'являються і розвиваються технології дистанційного навчання, використання яких дозволяє навчати і навчатися в індивідуальному режимі, незалежно від місця і часу, дає можливість вчитися все життя. У всьому світі спостерігається зростання кількості студентів, які навчаються за дистанційними технологіями, збільшується кількість вузів, де використовуються такі технології в навчальному процесі.

Від започаткування інформатики і по сьогоднішній час відбулись значні зміни у навчанні, змінилися акценти у змісті навчання. Ще у 80-тих роках минулого століття відбувся перехід від програмістського ухилу у навчанні до користувачького [3].

Інформатика – одна із наук, яка найбільш, яка найбільш стрімко і динамічно розвивається. У процесі розвитку та становлення все чіткіше проявляється її поділ на самостійні змістові лінії (рис. 1).

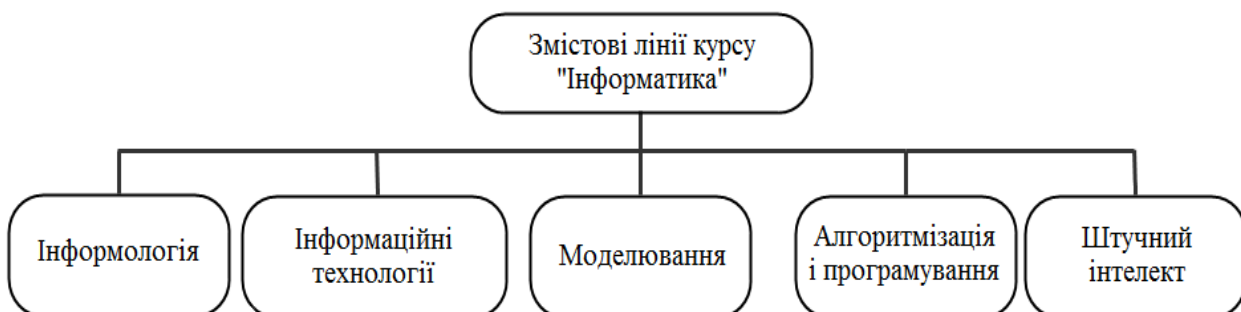


Рис. 1.

Сьогодні методичні системи навчання всіх без винятку предметів стають все більше і більше комп'ютерно- та ІКТ-орієнтованими.

В процесі навчання курсу "Інформатика" та інших предметів необхідно сформувати у студентів відповідних рівнів інформатичні та професійні компетентності [4], необхідні для навчання з використанням засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій всіх без винятку навчальних предметів, зокрема і інформатики.

Навчання курсу "Інформатика" орієнтоване на гармонійне, педагогічно виважене і доцільне поєднання традиційних та сучасних комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, зокрема і технологій дистанційного навчання. При цьому дистанційні форми навчання можуть використовуватися як доповнення традиційних форм навчання, що значною мірою їх удосконалює і підсилює, надає навчально-пізнавальній діяльності гнучкості і динамічності, розвиває самостійність і творчий підхід до навчання і тих, хто вчиться, і тих, хто навчає.

У модернізації сучасної освіти значне місце займає перехід до кредитно-модульної системи. Для самостійного вивчення матеріалу у структурі модульної програми відводиться окреме місце. Аудиторні заняття і самостійна робота студента співвідносяться у межах 60% : 40% ..... 40% : 60% стосовно кожної навчальної дисципліни, що визначається Радою факультету наприкінці поточного навчального року на підставі обґрунтованого подання випускаючої кафедри [5].

Щоб забезпечити студентів навчальними матеріалами, необхідним при вивченні курсу "Інформатика", та відповідними засобами навчання, зокрема засобами ІКТ, потрібно створювати умови для самостійного навчання, з доступом до сучасних сховищ різноманітних інформаційних ресурсів, зокрема до Internet, стає актуальною розробка науково-методичного забезпечення навчального процесу з використанням дистанційних технологій навчання [6-9], що дозволить реалізувати розподілене у просторі і часі співробітництво викладачів та студентів і студентів між собою, ідеї відкритої освіти.

При гармонійному поєднанні традиційних та комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання покращується процес навчання [3], [10]. У зв'язку з цим, зростає потреба у розробці та широкому впровадженні в навчальний процес дистанційних навчальних курсів.

Досвід роботи у вузі показує, що студенти молодших курсів не можуть самі контролювати хід навчання, систематично і напружено працювати протягом семестру. На вирішення цих проблем спрямована модульно-рейтингова технологія як засіб формування у студентів пізнавальної активності протягом усього періоду навчання. Досвід і аналіз публікацій свідчить, що модульно-рейтингове навчання сприяє розвитку і закріпленню системного підходу до вивчення дисциплін, формує у студентів навички самоконтролю, вимогливості до себе, стимулює самостійну систематичну роботу, а також допомагає виявити сильних і здібних студентів.

Поступове та систематичне введення дистанційних технологій навчання у методичну систему підготовки майбутніх вчителів фізико-математичних спеціальностей помітно підвищує рівень їх професійних компетентностей, самостійності у здобуванні необхідних знань, формуванні вмінь і навичок.

Ознайомлення студентів з використанням дистанційних технологій навчання пропонується здійснювати вже на першому курсі під час вивчення початкового курсу "Інформатика" з тим, щоб набуті знання, уміння, навички і досвід при вивченні початкового курсу "Інформатика" студенти змогли застосовувати в майбутньому при вивченні всіх інших дисциплін.

Бажано, щоб для студентів всі навчальні матеріали в будь-який час були доступні для вивчення, і студенти могли бачити викладача в якості тьютора і експерта. Студенти повинні мати можливість опрацьовувати теоретичний матеріал, проводити самостійні дослідження, виконувати практичні справи і завдання для самостійного виконання, отримувати необхідні довідки і консультації в будь-який час і в будь-якому місці.

При розробці матеріалів для дистанційного навчання необхідно враховувати особливості різних стилів навчання, так, щоб студенти могли вибрати відповідний тип навчання, що базується на їх бажаному стилі навчання. В якості конкретного досвіду студенти можуть при необхідності бачити певні приклади, до аналізу яких вони можуть бути залучені, і ці приклади повинні бути призначені саме для студентів, а не для викладачів. Студенти вважають, що краще працювати групами зі зворотним зв'язком між собою, і вони бачать викладача як помічника. Ці студенти хочуть мати певну підтримку, що дозволить їм взаємодіяти з такими ж студентами і отримувати інструкції від викладача.

Однією з найпопулярніших програм для розробки та супроводу навчання в електронних курсах є платформа MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище). Платформа MOODLE може використовуватись для організації дистанційних курсів, а також для підтримки всіх форм навчання (стаціонарного, заочного

та екстернату). Вона являє собою повноцінну систему управління дистанційним навчанням, яка розповсюджується безкоштовно і є open-source проектом. Налаштування системи дозволяють викладачеві в будь-який час в разі необхідності змінювати вид і структуру свого дистанційного курсу.

Під час впровадження у навчальний процес дистанційних курсів потрібно навчити студентів працювати з ресурсами платформи MOODLE.

Сучасна електронна підтримка навчальних курсів розробляється на основі систем управління навчанням або LMS (від англ. Learning Management System). Платформи підтримки дистанційного навчання вже тривалий час успішно використовуються в багатьох країнах, зокрема і в Україні.

При підготовці студентів педагогічних ВНЗ до навчання за дистанційною формою необхідно виявити рівень підготовленості для одержання дистанційних навчальних послуг. Можна вказати на два рівні підготовленості користувача: мінімальний та базовий стандартний, необхідні для отримання дистанційних навчальних послуг, які наведено у таблиці 1 [11].

**Табл. 1.**

<i>Мінімальний</i>	<i>Базовий стандартний</i>
<i>Знання:</i> структури файлової системи будь-якої операційної системи, стандартних розширень файлів, базових прийомів редагування файлів у операційній системі, засобів стандартних програм, принципів навігації у WWW та обміну поштовими повідомленнями.	<i>Знання:</i> принципів архівації файлів і перевірки файлів на наявність вірусів
<i>Вміння:</i> виконувати маніпуляції з файлами, завантажувати та переглядати WEB-сторінки, надсилати електронну пошту з аттачментом та без нього.	<i>Вміння:</i> створювати архіви (звичайні та багатотомні), зберігати архіви та розархівувати їх за зазначеним шляхом, перевіряти файли на наявність вірусів
<i>Навички:</i> роботи з операційною системою (запуск програм, маніпуляції з файлами), робота у мережі Internet (використання браузеру Internet Explorer та будь-якої поштової програми або поштового сервісу з WEB-інтерфейсом)	<i>Навички:</i> роботи у форумах і обміну повідомленнями через електронну пошту
<i>Досвід:</i> роботи у багатозадачній операційній системі (переходів від одних задач на інших) та в мережі Internet (відкриття сайтів за їх адресами та електронне листування)	<i>Досвід:</i> організації самостійної діяльності з використанням програмних середовищ (збереження файлів у необхідному форматі, обмін повідомленнями та файлами за допомогою технології Internet/Intranet)

Для навчання за дистанційною формою користувач має бути підготовлений саме на базовому стандартному рівні.

Навчання за допомогою дистанційних технологій дозволяє активізувати самостійну роботу студента з організаційним додатковим методично побудованим матеріалом.

Як відомо навчальні матеріали будуть сприйматися набагато ефективніше, якщо текст доповнити якісними ілюстраціями. Застосування Internet-технологій дозволяє використовувати графічні, звукові та мультимедійні ілюстрації. Використання комп'ютерів допомагає підвищити рівень навчання, забезпечує наочність, аудіо підтримку, контроль, великий обсяг навчальних матеріалів, є, нарешті, стимулом у навчанні.

В якості інструменту для створення візуалізацій алгоритмів до курсу "Мова програмування C++" доцільно вибрати програму Macromedia Flash MX. Такий вибір доцільний тому, що Macromedia Flash MX - потужний продукт для роботи з векторною графікою та анімації. Використання програми Macromedia Flash MX дозволяє створювати барвисті, наочні анімації, не вимагає при цьому великих витрат часу. В Macromedia Flash MX підтримується мова програмування ActionScript, що дозволяє створювати напівавтоматизовані динамічні візуалізації.

Програма Macromedia Flash MX є універсальним засобом для створення цифрових мультимедійних продуктів. Сьогодні Macromedia Flash MX включає засоби створення продуктів для Інтернету і сучасних персональних комп'ютерів для ігрових приставок, засобів мобільного зв'язку.

Macromedia Flash MX часто використовується для створення елементів оформлення екранних сторінок (кнопки, головна сторінка). Однак можливості використання цієї програми набагато ширші, і при виборі формату для анімаційних демонстрацій їх можна цілком успішно і ефективно реалізувати. Використання програми Macromedia Flash MX дозволяє розробляти повноцінні керувані сайти.

На рисунку 2 наведено копію екрана монітора з фрагментом Flash-анімацій до курсу "Мова програмування C++".

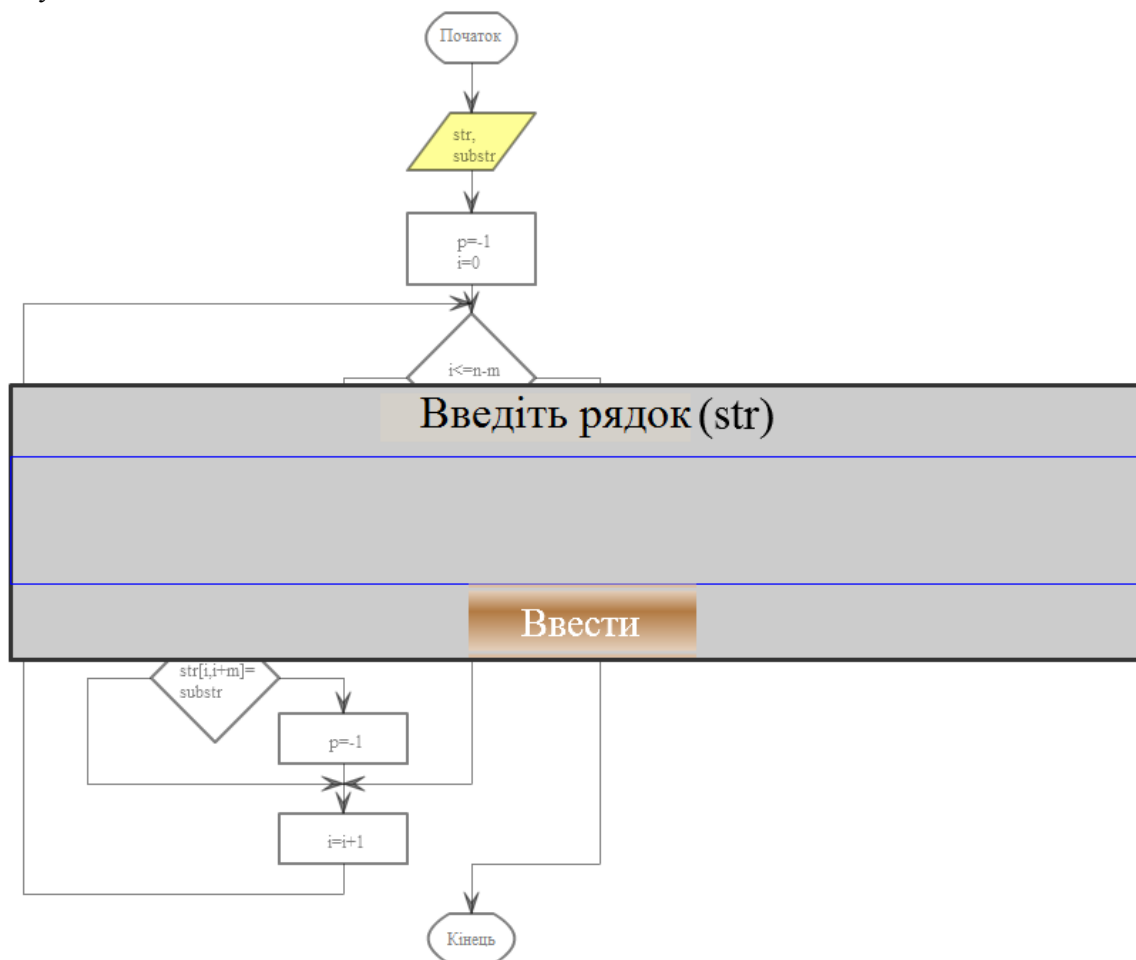


Рис. 2.

Використання графічних ілюстрацій допомагає більш повно розкрити студентам описуване явище, і в той же час різко знизити обсяг текстового матеріалу.

Від наочності, дохідливості, смислової повноти та інших корисних властивостей теоретичного матеріалу залежить швидкість сприйняття навчального матеріалу, розуміння його, засвоєння і закріплення отриманих знань. Зокрема процес побудови алгоритму найкраще сприймається, коли всі етапи цього процесу по можливості відповідним чином візуалізовано.

При створенні дистанційного навчального курсу основну увагу слід звернути на структуру матеріалу, його унаочнення, запитання для самоконтролю, вправи для самостійного виконання, тести для контролю знань і самоконтролю, тренувальні вправи, інші засоби для управління навчально-пізнавальною діяльністю студентів. Грамотно написаний текст, гарні графічні та мультимедійні ілюстрації – ознаки якісного навчального і будь-якого іншого сайту. В Одеському педагогічному університеті було проведено педагогічний експеримент стосовно використання дистанційних технологій навчання для комп'ютерної підтримки самостійної роботи студентів при вивченні теоретичного матеріалу та виконанні завдань в поза аудиторний час.

Всього в ході експерименту брали участь понад 500 студентів спеціальностей: "Інформатика та основи економіки", "Математика та основи економіки", "Фізика і інформатика", "Фізика і математика" та магістранти спеціальності "Інформатика".

При цьому студенти які вивчали курс "Інформатика" на основі системи MOODLE, отримали значний досвід використання дистанційних технологій навчання у своїй самостійній роботі над навчальним матеріалом.

Застосовуючи отриманий досвід дистанційного навчання студенти можуть навчатись далі у інших дистанційних курсах, підтримувати рівні своїх професійних та загальнокультурних компетентностей.

### Література

1. Жалдак М.І. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання – становлення і розвиток // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – № 9 (16). – С. 3-9.
2. Кобильник Т.П. Компетентнісний підхід при вивченні "Математичної інформатики" у педагогічному університеті. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/em2/content/07ktrupa.html>
3. Жалдак. М.І. Яким бути шкільному курсу інформатики // Комп'ютер в школі та сім'ї. 1988. №1. – С. 3-8.
4. Жалдак М.І., Рамський Ю.С., Рафальська М.В. Модель системи соціально-професійних компетентностей вчителя інформатики // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – № 14. – С. 5-12.
5. Вища освіта України і Болонський процес / Степко М.Ф., Болюбаш Я.Я., Шинкарук В.Д., Грубінко В.В., Бабин І.І.; за редакцією В.Г Кременя. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004. – 384 с.
6. Жалдак М.І., Михалін Г.О., Біляй Ю.П. Теорія і практика створення та використання дистанційного курсу теорії ймовірностей і математичної статистики для майбутніх учителів // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – № 14. – С. 13-25.
7. Смирнова-Трибульська Є.М. Дистанційне навчання з використанням системи MOODLE: навчально-методичний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів / Смирнова-Трибульська Є.М.; науковий редактор д.пед.н., академік АПН України, проф. М.І. Жалдак. – Херсон: Айлант, 2007. – 492 с.
8. Кузьміна Н.М., Струтинська О.В. Методика використання НІС для підтримки навчання інформаційних систем і технологій майбутніх учителів економіки // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – № 8 (15). – С.74-85.
9. Умрик М.А. Організація самостійної роботи майбутніх учителів інформатики в умовах дистанційного навчання інформатичних дисциплін: дис... канд. наук: 13.00.02 – К.: 2009, – 210 с.
10. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання: Монографія. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.
11. Атаман Т.Л. Підготовка студентів педагогічних ВНЗ до навчання за дистанційною формою // Матеріали науково-методичного семінару "Інформаційні технології в навчальному процесі". – Одеса: Вид. ВМВ, 2009. – С. 49-54.

**Гльченко О.О.**

Одеський державний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського

#### **Аналіз ролі і місця знань, вмінь та навичок розробки комп'ютерної графіки та дизайну для майбутніх вчителів інформатики**

Інформатизація освіти є невід'ємною складовою інформатизації суспільства. Рівень інформатизації освіти відображує стан розвитку суспільства. Впровадження інформаційних технологій в усі види освітньої діяльності є базисом гармонійного розвитку особистості. Саме тому може йти мова про нові форми та методи подання навчального матеріалу, застосовуючи нові інформаційні технології. Проте актуальність впровадження різних новітніх технологій у навчальних процес повинна бути ретельно проаналізована та науково обґрунтована [1].

Електронні курси можна класифікувати за наступними ознаками:

1. За предметними галузями (технічні науки, природничі науки, гуманітарні науки).

Щодо цієї класифікації, можна зробити висновок, що переважають дистанційні курси з інформаційної тематики.

2. За реалізованою технологією:

- локальні курси, тобто курси, подані на компакт-дисках;
- мережеві курси, тобто курси, які базуються на технології Internet/Intranet.

Локальними в основному є не курси, а підручники. Виникає питання, в чому різниця між електронним курсом та електронним підручником. *Електронний підручник* – це навчальне електронне

видання, створене на високому науковому, методичному та технічному рівні. Під *сучасним електронним навчальним курсом* розуміють цілісну дидактичну систему, в основі якої лежать комп'ютерні технології та засоби Internet, що призначена не тільки для забезпечення навчання учнів за індивідуальними навчальними програмами, але й для управління процесом навчання [8]. Тобто використання мережевого електронного курсу дає можливість інтерактивної взаємодії учнів та вчителів.

3. За реалізацією взаємодії в курсі:

- зовнішні засоби реалізації взаємодії;
- спілкування усередині платформи.

Під зовнішніми засобами реалізації взаємодії мається на увазі те, що на екрані просто представлено текст курсу та тести, а спілкування відбувається лише через електронну пошту та зовнішні форуми. Набагато ефективнішим є застосування засобів спілкування усередині платформи, що відповідає портальній технології побудови інформаційних ресурсів.

4. За насиченістю різноманітними компонентами курсу: мінімальний набір (текст, тести, статичні ілюстрації); середній набір (динамічна графіка, взаємодія між учасниками процесу); максимальний набір (наявність лабораторно-практичних робіт, які підтримуються у віртуальному середовищі).

Для того, щоб зробити огляд центрів дистанційної освіти, які пропонують навчання в галузі інформатики, та пройти навчання на дистанційних курсах, проглянуто дуже багато ресурсів Internet на предмет того, які центри пропонують навчання в галузі інформатики.

Центри дистанційної освіти:

1. Навчання в Internet. Курси дистанційного навчання основ інформатики, телекомунікацій, електронного бізнесу, автор Володимир Ткаченко. Пропозиціями цього центру є курси: "Інформатика та комп'ютерна техніка"; "Комп'ютерні мережі та телекомунікації"; "Економічна інформатика"; "Навчання ведення електронного бізнесу".
2. Центр Дистанційної освіти „Ейдос”. Цей центр пропонує наступні курси: "Освоєння комп'ютера"; "Легкий Internet"; "Інформатизація освіти"; "Дистанційне навчання"; Курси та майстер-класи для педагогів; "Інформатика та ІКТ".
3. Санкт-Петербурзький дистанційний університет, автори В.В. Кирилов, Г.Ю. Громов, А.В. Постніков, А.А. Бобцов, А.В. Лямін, М.С. Чежин; Д.Г. Штенников, А.Л. Борисік, А.А. Зінчик; А.А. Бобцов, А.В. Лямін та інші, пропонують численні курси в галузі інформаційних технологій.
4. Інтернет-університет інформаційних технологій INTUIT. Більшість курсів, які пропонує цей університет є курсами з інформатики та інформаційних технологій.
5. Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”. Пропонуються курси для середньої школи, для викладачів університету, для розробників дистанційних курсів та багато курсів з різних кафедр цього університету.

У відповідності з результатами огляду більшість центрів не є самостійними суб'єктами, а входять як структурні підрозділи в державні навчальні заклади (в основному в університети). Виключеннями є Інтернет-університет інформаційних технологій INTUIT, Центр Дистанційної освіти „Ейдос” та Дистанційний центр навчання основ інформатики, телекомунікацій, електронного бізнесу Володимира Ткаченко "Навчання в Internet". Але, результативність дистанційних курсів ще недостатня, як можна бачити на прикладі порівняння кількості студентів деяких курсів, що поступили на курси (29652 чоловік) та студентів, що закінчили (7270 чоловік) їх в Інтернет-університеті інформаційних технологій INTUIT. Тобто успішність навчання складає лише 33%, що не відповідає ніяким вимогам до освітніх послуг у навчальних закладах.

Щодо аналізу ефективності електронних курсів, упорядковано методичний матеріал, що стосується дистанційної освіти; зроблено огляд центрів дистанційної освіти, які пропонують навчання в галузі інформатики та навчання на дистанційних курсах; на підставі зробленого огляду та навчання на електронних курсах сформульовано критерії ефективності електронних курсів.

Сьогодні здійснюються пошуки нових можливостей реалізації принципів навчання, які найбільш ефективно можуть втілюватися навчальний процес за допомогою комп'ютерних технологій. У вітчизняній методиці навчання ще недостатньо розвинута теорія та практика розробки електронних навчальних курсів, що спричинює необхідність аналізу та узагальнення існуючої термінології в цій галузі.

Як визначається у роботах Е.С. Полат, дистанційне навчання розглядається як нова *форма навчання* і відповідно дистанційна освіта як нова форма освіти. Але звідси витікає, що ця нова форма навчання не може бути абсолютно автономною системою. Дистанційне навчання будується відповідно до тих самих цілей, що і традиційне навчання, з тим самим змістом. Але форма подання

матеріалу, форма взаємодії вчителя і учнів та учнів між собою будуть іншими. Дидактичні принципи організації дистанційного навчання також повинні бути тими самими, але реалізуються вони специфічними способами, також обумовленими специфікою нової форми навчання, можливостями використання інформаційного середовища Інтернет [7].

Зроблений аналіз дозволяє сформулювати загальні вимоги до якості електронних курсів. На ефективність електронних курсів впливають багато факторів: актуальність курсу; ціна на освітні послуги; швидкість та потужність сервера, на якому розміщені навчальні матеріали; простота інтерфейсу навчального середовища; наявність кваліфікованих тьюторів, тощо. Але при розробці електронних курсів важливо враховувати п'ять основних критеріїв:

1. Повнота та модульна форма подання навчального матеріалу.
2. Рівень візуалізації навчального матеріалу.
3. Наявність розвиненої бази тестових питань з випадковим вибором варіантів питань та автоматизованою перевіркою.
4. Наявність розробленої системи практичних завдань, що сприяє реалізації диференціації та індивідуалізації навчання, з елементами роботи у віртуальному середовищі, що розміщене на сервері.
5. Реалізація групових форм навчання з поширеною функцією комунікації між всіма учасниками навчального процесу.

Аналітичний огляд навчальних програм, спецкурсів для середніх шкіл та підручників, які рекомендовані Міністерством освіти і науки України, дає підстави для висновку, що особливу увагу слід звернути на наступні курси:

- Курс "Інформатика та технології. Основи Web-дизайну" для 10-11 класу, який є частиною курсу "Інформатика та інформаційні технології (інтегрований курс). 7-11 класи", програма якого розроблена авторами Астістою Т.І. та Дзюбою С.М. Одна з тем цього курсу "Анімація. Технологія Flash". На цю тему виділено 46 годин. Учні повинні знати: основні поняття, пов'язані з технологією FLASH; основні поняття анімації. Учні повинні вміти: працювати з програмою для розробки анімаційних об'єктів; створювати анімаційні кліпи; писати прості сценарії.
- Спецкурс "Програмування Інтернет-орієнтованої графіки", програму якого розробила група авторів з Хмельницького НВК №2. Факультатив введено в 10-му класі інформатико-математичного напрямку з розрахуну 1 година на тиждень. На факультативі учні вивчають такі питання, як: загальні відомості про графіку; типи користувацьких графічних редакторів, їх властивості; можливості використання; графічна анімація у файлах типу \*.gif; програми для створення Інтернет-орієнтованої анімації; Flash-графіка; програмування Flash-графіки; створення ігрових програм за допомогою Macromedia Flash.
- Курс "Основи комп'ютерної графіки" для загальноосвітніх навчальних закладів, програму якого розробили автори Дорошенко Ю.О. та Завадський І.О. В темі "Створення анімаційних зображень" рекомендовано розкрити особливості Flash-анімації; основні принципи створення анімаційних зображень у середовищі Macromedia Flash; принципи створення та відтворення анімаційних роликів у форматі Flash.
- Курс поглибленого вивчення інформатики для 8-12 класів загальноосвітніх навчальних закладів, автори якої є Караванова Т.П. та Костюков В.П. В цю програму входить тема: «Основи Web-програмування. Macromedia Flash. Основи мови ActionScript», яка розрахована на вивчення в 12 класі за 14 годин та містить в собі такі види лабораторно-практичних робіт: «Інструменти Macromedia Flash. Використання їх при створенні нових об'єктів», «Створення та редагування символів», «Розкадровка руху та форми. Параметри розкадровки», «Робота з текстом», «Створення власного анімаційного фільму з використанням ActionScript» [6].

У зв'язку з цим виникає три основних питання:

1. Чи достатньо підготовлені діючі викладачі інформатики для того, щоб вести ці курси?
2. Чи потребує система підготовки студентів педагогічних ВНЗ за фахом "Інформатика" в оновленні, відповідно до оновлення шкільних програм?
3. Чи достатня підготовка студентів педагогічних ВНЗ за фахом "Інформатика" до розробки Інтернет-орієнтованої графіки з метою створення власних освітніх ресурсів.

В методичній системі підготовки майбутніх вчителів інформатики до розробки комп'ютерної графіки та дизайну необхідно передбачити оновлення основних компонентів методичної системи: цілей, змісту, методів, засобів й організаційних форм навчання.



При цьому необхідно передбачити підвищення рівня предметної та методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в галузі розробки комп'ютерної графіки та дизайну за рахунок розвитку творчого мислення студентів при навчанні.

*Зміст навчання* подається в чотирьох навчальних модулях за вимогами кредитно-трансферної системи навчання: "Основи комп'ютерної графіки", "Графічний редактор Adobe Photoshop CS3", "Графічний редактор Adobe Flash CS3 Professional" та "Мова програмування Action Script". Матеріал дібраний відповідно до зробленого аналізу шкільних курсів інформатики, а також з урахуванням останніх технологічних розробок в галузі проектування графіки (статичної, динамічної).

Добираючи *методи навчання*, доцільно поєднувати групові та індивідуальні методи навчання [4], пояснювально-ілюстративний (оновлений гармонійним поєднанням стаціонарно-проекційних методів з дистанційно-ілюстративними методами); метод проектів (підсилений елементами змагання, принципами безперервної освіти, оприлюдненням студентського портфоліо та шкалою оцінювання, що стимулює вирішення навчальних задач та творчу роботу студентів); пошук, аналіз та перевірка відомостей в глобальній мережі Internet.

*Засоби*, за допомогою яких реалізується навчання: електронні модулі на платформі Moodle з використанням елемента "База даних" для завантаження студентських графічних файлів, навчальних форумів різного типу [2] (рис.1).



Рис. 1. Ресурси курсу

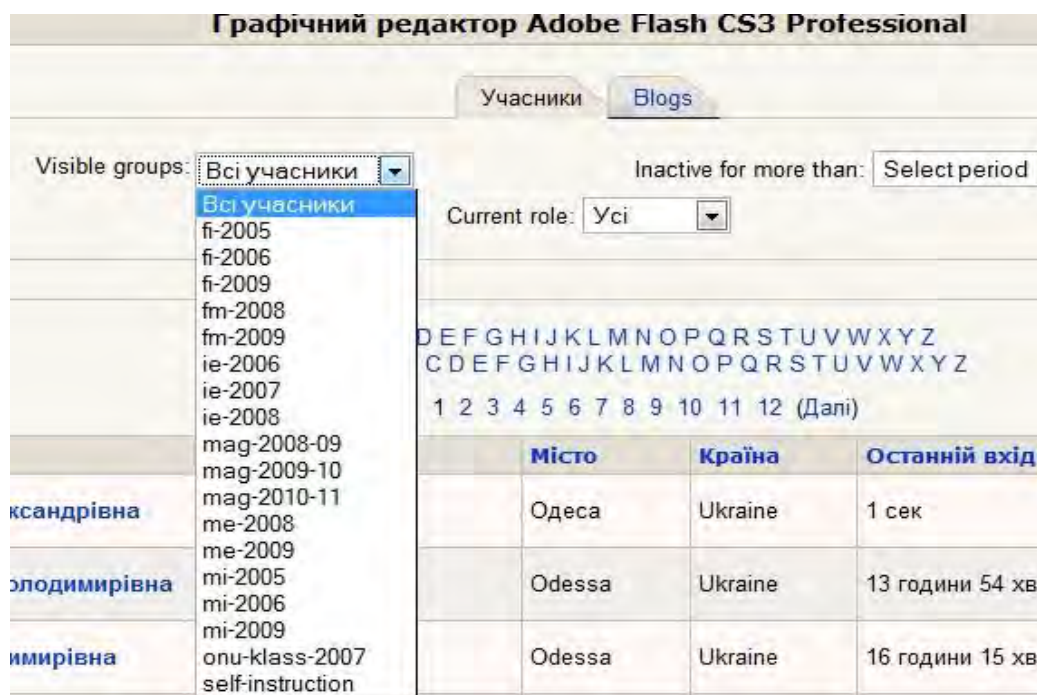


Рис.2. Групи учасників курсу.

*Форми навчання*: поєднання стаціонарних та дистанційних форм реалізації лекцій, дискусій, лабораторно-практичних занять, самостійної та індивідуальної роботи.

Пропоновану систему апробовано в (табл. 1, рис. 2) інституті Фізики і математики ПНПУ імені К.Д. Ушинського та інституті Математики, Економіки та Механіки за фахом "математика" ОНУ імені І.І. Мечнікова в рамках навчальних курсів "Динамічна Web-графіка", "Методика проектування навчальних програмних засобів", "Методи та засоби дистанційного навчання", "Методика комп'ютерного дистанційного навчання", "Інформатика", "Методика навчання інформатики" та ін. (в педагогічному експерименті брали участь понад 400 студентів).

## Експериментальна група

Навчальний рік	Кількість студентів за рік	Групи, які проходили навчання
2007-2008	166	1 ФМ, 3 ІЕ, магістранти спеціальності "Інформатика", 1 ФІ, 1 МІ, 5 ФІ, 5 МІ
2008-2009	89	1 ФМ, 3 ІЕ, магістранти спеціальності "Інформатика"
2009-2010	148	5 ФІ, 1 ФІ, 2 ІЕ, 2 МЕ, 1 МЕ, 5 МІ, 1 МІ, 3 курс "Классическая математика" ОНУ
Всього: 403 студента		

- Знання, вміння та навички розробки комп'ютерної графіки та дизайну при навчанні майбутніх вчителів інформатики дозволить їм значно ефективніше реалізовувати функції навчання: освітню, виховну і розвиваючу. Освітня функція перш за все припускає засвоєння наукових знань, формування спеціальних і загально-навчальних вмінь і навичок. Одночасно з освітньою в процесі навчання реалізується виховна функція, формується світогляд студентів, етичні, трудові, естетичні уявлення, погляди, переконання, способи поведінки і діяльності, система ідеалів і т.д. Виховна функція органічно витікає з самого змісту і методів навчання. Між освітою і вихованням існує зв'язок: від навчання до виховання. Навчання і виховання розвивають особу. В якості розвиваючої функції акцент робиться на стимуляції творчого розвитку студентів.
- Електронні модулі "Основи комп'ютерної графіки", "Графічний редактор Adobe Photoshop CS3" та "Графічний редактор Adobe Flash CS3 Professional" можна рекомендувати для навчання студентів 1-3 курсів [3]. Для навчання за цими модулями необхідний рівень вхідних знань студентів формується за шкільною програмою "Основи інформатики" та закріплюється змістом початкового курсу інформатики на першому році навчання в університеті. Навчання основ комп'ютерної графіки та технології створення статичної та динамічної графіки доцільно розглядати в навчальному курсі "Комп'ютерна графіка та дизайн".
- Модуль "Мова програмування Action Script" доцільно вивчати після додаткової підготовки студентів в галузі основ алгоритмізації і програмування, об'єктно-орієнтованого програмування та після навчання за курсом "Комп'ютерна графіка та дизайн", або в межах цього курсу, якщо дозволяє кількість годин. Якщо за навчальними планами об'єм курсу "Комп'ютерна графіка та дизайн" не дозволяє включати модуль "Мова програмування Action Script", то його можна включити у систему підготовки студентів 5-6 курсів за фахом інформатика в межах курсів "Динамічна WEB-графіка", або для студентів 4 року навчання в межах курсу "Моделювання засобами WEB".

## Література

1. Брескіна Л.В. Розвиток дистанційного навчання в Україні // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Випуск 9. – 2005. – С. 129-135.
2. Брескіна Л.В., Романенко А.Б., Чепок О.Л. Платформа Moodle. Довідник розробника дистанційного курсу. – Одеса: Видавництво ОДАБА, 2006. – 60 с.
3. Ільченко О.О. Структура та особливості електронного курсу "Графічний редактор ADOBE FLASH CS3 PROFESSIONAL": Матеріали науково-методичного семінару "Інформаційні технології в навчальному процесі". – Одеса: Вид. ВМВ. – 2009. – С. 62-66.
4. Інформаційні технології. Навчальний посібник/ За ред. М.І. Жалдака – К.: РНЦ "ДІНІТ", 2003. – 194 с.
5. Морзе Н.В. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02. – К., 2003. – 597 с.
6. Перелік навчальних програм, підручників та навчально-методичних посібників, рекомендованих Міністерством освіти і науки України для використання у навчальних закладах у 2008/09 навчальному році// Міністерство освіти і науки України – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.mon.gov.ua/education/average/per\\_n\\_pr/3.doc](http://www.mon.gov.ua/education/average/per_n_pr/3.doc)
7. Полат Е.С. – Дистанционное обучение – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ode.ru/downloads/journal/numero4/pedag/polat.html>
8. Экономика и организация управления вузом. Учебник. / Под ред. Глухова В.В. – СПб., 1999

### Методика навчання курсу «Нові інформаційні технології» для студентів спеціальності «Біологія» в педагогічному університеті.

Програма курсу «Нові інформаційні технології» складена відповідно до складених і затверджених в Інституті природничо-географічної освіти і екології «Освітньо-кваліфікаційних характеристик» (ОКХ) і «Освітньо-професійних програм» (ОПП), в яких, крім нормативного компоненту, розкрито і варіативну частину циклу дисциплін, що читаються на спеціальності «Біологія».

Вивчення курсу «Нові інформаційні технології» передбачає формування професійно спрямованих інформатичних знань, умінь, навичок при підготовці учителя біології загальноосвітньої школи.

Базовими для даного навчального курсу є знання, уміння і навички, набуті студентами після закінчення загальноосвітніх навчальних закладів.

При розробці курсу «Нові інформаційні технології» й написанні його програми були використані:

1. Досвід вивчення подібних курсів у інших вузах:
  - Київського національного університету імені Т. Г. Шевченка;
  - Національного університету біоресурсів і природокористування України;
  - Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка;
  - Рівненського державного гуманітарного університету;
  - Полтавського державного педагогічного університету імені В.Г.Короленка та ін.
2. Літературні джерела, в яких дається сучасне висвітлення проблем навчання інформаційних технологій [4, 6, 9, 12], джерела з вивчення операційних систем і прикладного програмного забезпечення [3, 5, 7, 10], дисертаційні дослідження про роль інформаційних технологій в системі фахової підготовки вчителя біології [1, 2, 11], освітні інтернет-ресурси [8, 13-20].

3. Сучасні програмні засоби з даної тематики:

- засоби загального призначення (операційні системи, офісні додатки, графічні редактори, антивірусні програми, програми-архіватори);
- спеціалізована програма візуалізації молекул «RasMol V2.7.5 Molecular Visualisation Program», за допомогою якої можна відтворювати на екрані молекули ДНК і т.п.;
- спеціалізовані програми, за допомогою яких можна перекодувати послідовність амінокислот білку або нуклеотидів ДНК в музичні твори «PROM – Protein Music Composer» та «Gene2music»;
- програмний засіб «Neurosim for Windows» (симулятор роботи нейронів) - сімейство програм (by W.J. Heitler з The Gatty Marine Laboratory, Університет св. Андрея, Шотландія), за допомогою яких моделюють роботу як окремих нейронів, так і нейронних мереж.
- програми складання родоводів «GenoPro», «MyHeritage Family Tree Builder», «Genezis», за допомогою яких можна виконувати аналіз родоводів, створення учнями родоводів за умовами завдань, наприклад, родовід для завдання, в якому треба розрахувати вірогідність народження хворих дітей в парі і т.п.

Всі програми вільно поширювані, але з англійським інтерфейсом. Безкоштовних вітчизняних розробок не вдалось знайти.

Курс побудовано за модульним принципом, тобто навчальний матеріал скомпоновано відповідно до його цільового призначення, а саме: у першій модуль включаться матеріал, в якому розкриваються призначення та характеристики операційних систем, правила ефективної роботи з ними; опрацювання даних, поданих у текстовому вигляді; технології опрацювання даних, поданих у числовому вигляді; у другий – мультимедійні технології, електронні презентації; організаційні та технічні основи функціонування та використання мережі Інтернет, спеціальні програмні засоби.

До складу кожного змістового модуля входять теоретичні питання, лабораторні роботи, метою виконання яких є систематизація знань та формування практичних навичок, а також завдання для самостійної роботи. Важливою мотивацією вивчення даного курсу для студентів, як для майбутніх вчителів, є можливість застосування отриманих знань у шкільному курсі біології. З'являється можливість розв'язування задач, які витікають із прикладних задач курсу біології і які складно розв'язати традиційними засобами. Крім того для студентів корисно володіти набором алгоритмів, що можуть бути застосовані при розв'язуванні задач підвищеної складності та підготовці учнів до олімпіад.

На заняттях студентам повідомляються основні теоретичні засади і положення, на яких базується побудова і призначення програмних засобів, що вивчаються на лабораторних заняттях. Потрібно сформулювати поняття основи функціонування операційних систем (Windows, Linux), сервісних програм, графічних і текстових редакторів, електронних табличних процесорів, систем управління базами даних, систем створення мультимедійних комп'ютерних презентацій, систем

мультимедійних програмних засобів, прикладних програм навчального призначення, використання яких необхідне для високо кваліфікованого користувача.

На лабораторних заняттях студенти знайомляться з сучасними програмними і апаратними засобами обчислювальної техніки, набувають уміння і навички роботи з ними.

Вивчення навчального курсу забезпечується використанням навчально-методичної літератури, розробленими інструкціями до лабораторних та практичних робіт, технічними засобами навчання, програмним забезпеченням.

Реалізація вищезгаданих вимог забезпечує один з головних напрямків професійної підготовки сучасного вчителя-предметника і дозволяє йому організувати навчальний процес на сучасному рівні, активно використовувати ІКТ.

Вивчення дисципліни «Нові інформаційні технології» за робочим планом спеціальності «Біологія» заплановано на 3-му курсі в осінньому семестрі. Всього на вивчення дисципліни дається 108 годин, з них лекції – 22 години, лабораторні роботи – 20 годин, самостійна робота – 48 годин, індивідуальна робота – 16 годин. Завершується вивчення диференційованим заліком.

Запропоновано такий зміст програми:

#### *Модуль I. Інформаційні технології.*

*Теми та анотації лекцій:*

1. *Дані та інформаційні процеси. Інформаційна система.* Поняття про інформатику. Інформатика як наука, її місце в сучасному світі і системі наук. Поняття даних, повідомлення та дані, подання даних. Інформаційні процеси. Засоби зберігання даних. Інформатизація суспільства і роль в ній засобів сучасних інформаційних технологій. Проблеми захисту і зберігання даних. Дані та інформаційні процеси.

2. *Операційні системи.* Коротка історія розвитку обчислювальної техніки. Правила техніки безпеки при роботі в комп'ютерному класі. Структура інформаційної системи. Апаратна та інформаційна складові інформаційної системи. Функції та склад операційної системи. Класифікація операційних систем. Принципи роботи користувача з ОС.

3. *Системи опрацювання графічних даних.* Системи опрацювання графічних даних. Типи графічних файлів. Графічний редактор та його призначення. Робота з графічними файлами. Система вказівок графічного редактора. Вказівки зображення графічних примітивів. Створення анімацій. Вставляння малюнків до тексту.

4. *Системи опрацювання текстів.* Системи опрацювання текстів, їх класифікація та функції. Завантаження текстового редактора. Призначення та система вказівок текстового редактора. Введення тексту з клавіатури. Редагування тексту. Перевірка орфографії. Робота з текстовими файлами. Використання буфера обміну. Пошук даних в середовищі текстового редактора. Робота з контекстами – пошук, заміна, відмічання, перенесення, копіювання, форматування. Робота з об'єктами в середовищі текстового редактора. Робота із шрифтами. Форматування документу. Друкування тексту. Шаблони текстів та робота з ними. Використання таблиць в текстах. Структура документа.

5. *Електронні таблиці.* Електронні таблиці (ЕТ) та їх призначення. Введення й редагування числових, формульних та текстових даних. Робота з файлами ЕТ. Координати клітинок. Діапазон клітинок. Опрацювання табличних даних: копіювання, редагування, вилучення, переміщення, форматування. Пошук даних в середовищі ЕТ. Виведення табличних даних на друк. Використання функцій та операцій для опрацювання даних, поданих в таблиці. Ділова графіка. Побудова діаграм і графіків на основі табличних даних. Використання логічних функцій для опрацювання табличних даних.

6. *Реляційні бази даних.* Поняття про бази даних (БД). Системи управління базами даних (СУБД). Призначення та функції систем управління базами даних. Основні об'єкти бази даних. Фактографічні й документальні бази даних. Ієрархічна, мережева, реляційна моделі баз даних. Особливості реляційних БД.

7. *Бази даних.* Створення структури БД. Типи даних, що зберігаються в БД. Різні способи введення та редагування даних в СУБД. Робота з таблицями. Поняття ключового поля. Зв'язки між таблицями. Робота з файлами в СУБД. Пошук даних в БД. Впорядкування даних. Фільтрація даних. Використання простих та складених фільтрів. Формування звітів. Мова запитів СУБД. Проектування БД.

*Орієнтовний перелік лабораторних робіт:*

1. Базові уявлення про основні поняття інформатики, як науки. Конфігурація ПК. Налаштування робочого середовища операційної системи. Робота з файлами. Робота з дисками: Сервісні програми та антивірусні програми (KAV, NOD, DrWeb...).

2. Редактори графічних зображень.

3. Знайомство з інтерфейсом текстового процесора. Робота з документами. Форматування.

4. Знайомство з інтерфейсом табличного процесора. Створення та редагування таблиць.

Форматування. Використання формул та функцій в таблицях.

5. Створення та редагування таблиць бази даних.

6. Створення та використання запитів, форм, звітів.

Теми та анотації лекцій:

8. Системи Multimedia. Системи створення електронних презентацій. Створення, зберігання та відкриття електронних презентацій. Розробка структури та організація презентації. Способи оформлення презентації, перевірка узгодженості та стилю презентації. Застосування шаблону, робота з кольоровими схемами. Робота зі слайдами: створення, редагування тексту, малюнка, об'єкта, таблиці, діаграми, формули. Налаштування презентації: визначення часу, управляючі кнопки, перехід між слайдами. Використання PowerPoint для створення презентацій-тестів.

9. Комп'ютерні мережі та Інтернет. Глобальна мережа Інтернет. Інформаційний зв'язок в Інтернет. Апаратні, програмні та інформаційні складові сучасної мережі Інтернет. Поняття про ресурси Інтернет. Адресація в Інтернет. Принципи функціонування глобальної мережі. Електронна пошта. Поняття про телеконференції. Програмне забезпечення та конфігурація телеконференцій. Поняття про гіпертекстовий документ. Служба перегляду гіпертекстових сторінок – World Wide Web (WWW – всесвітня павутина). Організація даних, принципи навігації. WWW-сервери. Адреса Web-сторінки. Перегляд та створення Web-сторінки. Пошукові машини. Програми браузерів. Проблеми безпеки та захисту даних в глобальній мережі Інтернет.

10. Програмні засоби навчального призначення. Технологія розв'язування задач з використанням засобів сучасних інформаційних технологій. Спеціалізована програма візуалізації молекул «RasMol V2.7.5 Molecular Visualisation Program», використання якої дозволяє відтворити на екрані молекули ДНК і т.п.; спеціалізовані програми, за допомогою яких можна перекодувати послідовність амінокислот білку або нуклеотидів ДНК в музичні твори «PROM – Protein Music Composer» та «Gene2music»; Програмний засіб «Neurosim for Windows» (симулятор роботи нейронів) – сімейство програм (by W.J. Heitler з The Gatty Marine Laboratory, Університет св. Андрея, Шотландія), призначені для моделювання роботи як окремих нейронів, так і нейронних мереж. Програми складання родоводів «GenoPro», «MyHeritage Family Tree Builder», «Genezis», призначені для аналізу родоводів, створення учнями родоводів за умовами завдань, наприклад, родовід для завдання, в якому треба розрахувати вірогідність народження хворих дітей в парі і т.п.

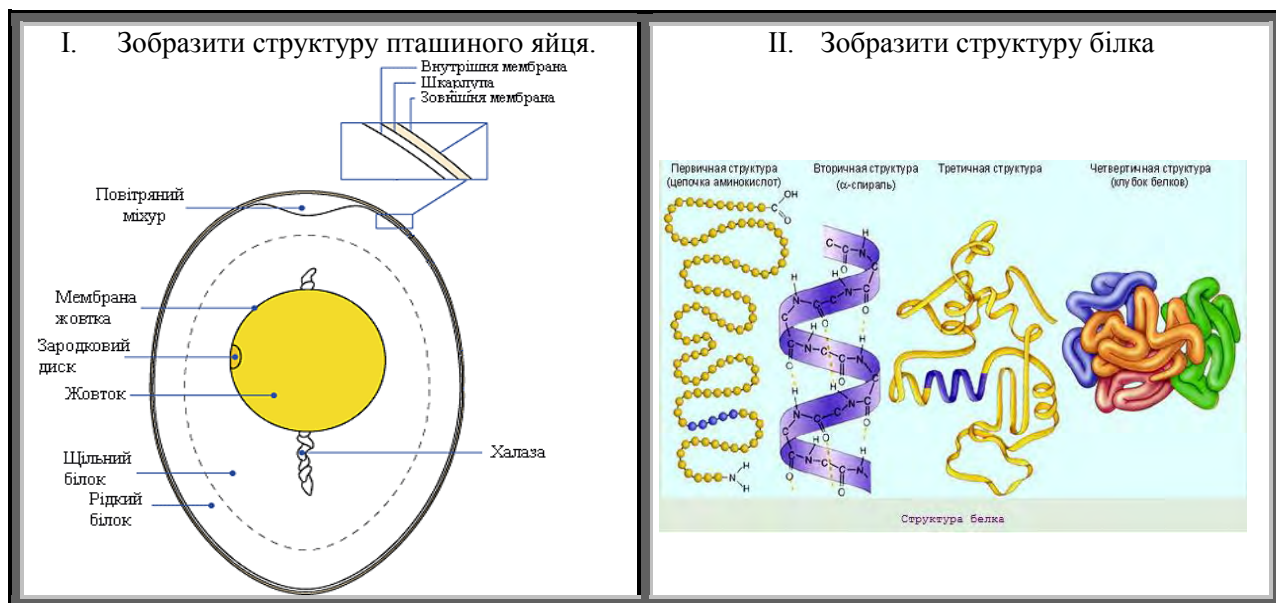
11. Програмні засоби для самостійного ознайомлення та індивідуальної роботи. Програмні засоби додрукової підготовки матеріалів, прості програми для створення веб-вузлів, програми для роботи з дисками, створення віртуальних дисків, робота в локальній мережі (на прикладі Microsoft Publisher, Adobe Illustrator, FotoEditor і т.п.).

Орієнтовний перелік лабораторних робіт:

1. Глобальна мережа Інтернет. Основні послуги глобальної мережі. Електронна пошта. Принципи функціонування. Служба перегляду гіпертекстових сторінок – World Wide Web. Пошук даних в Інтернет;
2. Створення та налагодження презентацій для тестування;
3. Робота з ППЗ навчального призначення;
4. Робота з ППЗ навчального призначення.

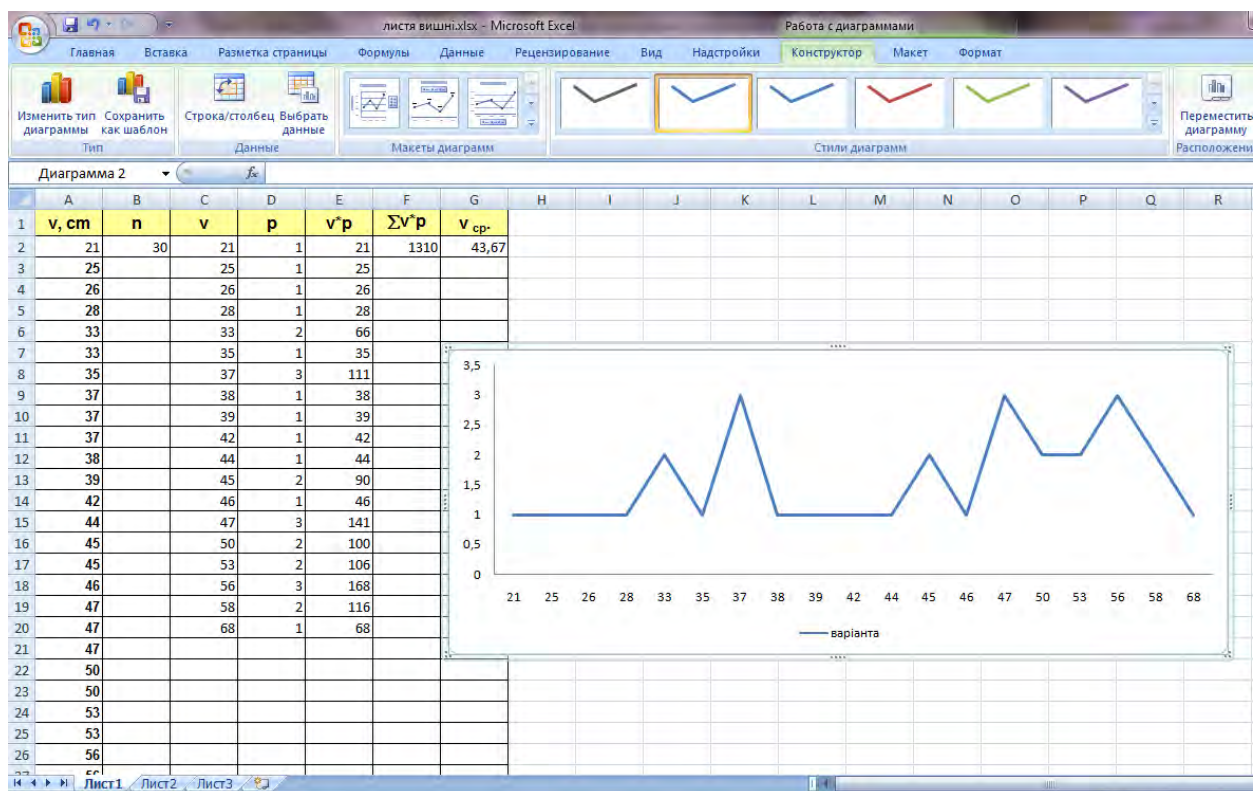
При написанні завдань для вивчення стандартного пакету програм добрався матеріал, який відповідає спеціалізації «Біологія».

Зокрема, при вивченні графічних редакторів пропонується зобразити схеми лактози, глюкози, мальтози, целюлози, схему життєвого циклу пивних дріжджів, схему будови клітини бактерії, схематичне подання іонних каналів в мембрані клітини і т.д. Всі завдання ілюстровані прикладами:

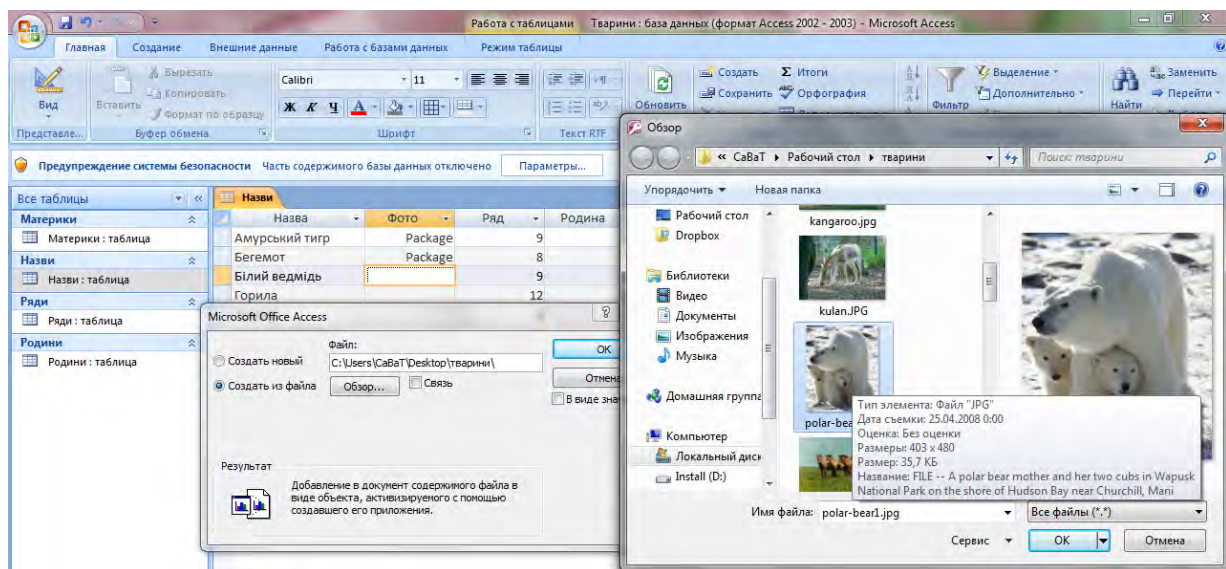


При вивченні електронних таблиць пропонується створити таблицю, в якій внесені результати вимірів довжини 30 листків вишні.

Щоб виявити закономірності модифікаційної мінливості, необхідно провести статистичне опрацювання даних, одержаних в результаті дослідження.



При вивченні баз даних запропоновано створити базу даних про ссавців, з фотографіями та зазначенням роду, виду та ареалу проживання.



При проведенні лабораторної роботи здійснюється поточний контроль рівня теоретичної підготовки студента. Формою проведення такого контролю є проведення тестування на 10-15 хвилин. Тестування проводиться в середовищі Moodle.

Базову підготовку до лабораторної роботи студенти повинні здійснювати самостійно, а не під час лабораторної роботи. За результатами виконання лабораторної роботи студент має набрати певну кількість балів. Найвищий бал ставиться у разі правильних відповідей на теоретичні питання та коректне виконання практичного завдання. Якщо планова лабораторна робота не захищена на відповідній парі, то на наступній парі максимально можлива кількість балів зменшується вдвічі. Якщо ж і на цій парі студент не захищає лабораторну роботу, то він отримує негативну оцінку (нуль балів) з правом на наступний раз скласти роботу і отримати за це мінімально можливу кількість

балів. У випадку, коли роботу не буде складено протягом трьох пар, студент отримує нуль балів без права перескладання.

### Література

1. Жалдак М.И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе: дис. ... в форме науч. доклада доктора пед. наук : 13.00.02 / Жалдак М. И.; АПН СССР; НИИ содержания и методов обучения. – М., 1989. – 48 с.
2. Беляков О.И. Использование средств новых информационных технологий для контроля знаний и умений учащихся по биологии: Автореф. дис...канд. пед. наук: 13.00.02 / РГПУ им. А.И. Герцена. – СПб., 2000. – 19с.
3. Єфіменко В.В., Оніщенко С.М. Опрацювання табличних даних засобами Microsoft Excel. Лабораторний практикум: Навчальний посібник. – К.: Логос, 2005. – 167с.
4. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під. заг. ред. О.В. Овчарук. – К.: «К.І.С.», 2004. – 112 с.
5. Лапінський В.В., Габрусев В.Ю., Бачинська Н.В. Основи операційних систем. – навч. Посібник, Тернопіль: Богдан, 2002. – 78 с.
6. Рамський Ю.С. Зміни в професійній діяльності вчителя в епоху інформатизації освіти// Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – №5(12). – С. 10-12.
7. Рамський Ю.С., Цибко Г.Ю. Проектування і опрацювання баз даних. – К.,1998. – 84 с. Фаронов В.В. Турбо Паскаль 7.0. Начальный курс. Учебное пособие. – М.: "Нолидж", 1999. – 616 с.
8. Список Інтернет-сайтів, присвячених біології та освіті (огляд літератури) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.informika.ru>
9. Титовец Т. Сущность информатизации естественно-научного образования в системе профессиональной подготовки учителя / Т. Титовец // Information communication technology in natural science education. Минск. – 2006. – С. 144-146.
10. Фурман О.А. Роль інформаційних технологій в системі фахової підготовки вчителя біології / О.А. Фурман // Наукові записки ТНПУ імені В. Гнатюка. Серія: Педагогіка. – 2008. – № 8. – С. 28-32.
11. Фурман О.А. Сучасні інформаційні технології / О.А. Фурман // Посібник для студентів біологічного факультету. – Кременець: РВЦ КОГПІ ім. Тараса Шевченка. – 2007. – 54 с
12. Цифровые образовательные ресурсы в школе: методика использования. Естествознание: сборник учебно-методических материалов для педагогических вузов / сост. Н.П. Безрукова, А.С. Звягина, Е.В. Оспенникова; под общ. ред. Е.В. Оспенниковой. – М.: Университетская книга, 2008. – 480 с.
13. Загальна біологія, електронний підручник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ebio.ru/index.html>
14. Інтернет для біологів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nsu.ru/icen/grants/i4biol/>
15. Біологічний софт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kozlenkoa.narod.ru/soft.htm#1>
16. Цікава біологія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://luts.ucoz.ru/>
17. Сайт учителя біології [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://tana.ucoz.ru/load/162-10-2>.
18. Каталог освітніх сайтів. Предметний каталог. Біологія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/iresource/?cmd=cat&num=4&ctg=24>
19. Фестиваль педагогічних ідей. «Відкритий урок». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://festival.1september.ru/subjects/11/>
20. Віртуальна освітня лабораторія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.virtulab.net/>

**Черних В.В.**

Одеський ПНПУ імені К.Д. Ушинського

### **Особливості формування інформаційно-комунікаційних компетентностей учнів з вадами слуху**

Одним із напрямів сучасної соціальної політики в Україні, у контексті реалізації принципів гуманізму, є створення певних умов навчання та виховання дітей з вадами слуху. Відповідно до Закону України «Про охорону дитинства» «держава сприяє створенню дітям-інвалідам та дітям з вадами розумового або фізичного розвитку необхідних умов, рівних з іншими громадянами можливостей для повноцінного життя та розвитку з урахуванням індивідуальних здібностей та

інтересів». Однією з таких можливостей є рівний доступ до якісної освіти, створення умов для розвитку й самореалізації кожної особистості.

Ґрунтуючись на підставі Указу Президента України «Про Національну програму професійної реабілітації та зайнятості осіб з обмеженими фізичними можливостями» [1], Закону України «Про основи соціальної захищеності інвалідів в Україні» [2], Наказу МОН України «Про затвердження програми професійної підготовки інвалідів із слуху і зору у вищих навчальних закладах I-IV рівнів акредитації» [3] та Згідно з Резолюцією 48/96 Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй "Стандартні правила забезпечення рівних можливостей для інвалідів" зазначимо, що слід визнавати принцип рівних можливостей в галузі освіти та працевлаштування в інтегрованих структурах для молоді та дорослих, які мають інвалідність. Слід зазначити, що освіта та працевлаштування інвалідів набули статусу невід'ємної складової системи загальної освіти та працевлаштування.

Правова основа професійної освіти і професійної діяльності осіб з вадами слуху почала створюватися за радянських часів. Постанови радянського уряду були спрямовані на надання глухим і слабочуючим права набувати професійну освіту і працювати в закладах і установах для чуючих, визначення доступних і протипоказаних при ураженнях слуху спеціальностей, матеріальне забезпечення глухих учнів і студентів.

Для усунення протиріччя між наявністю в інваліда певних прав і можливістю їх реалізації, яке особливо загострюється в умовах ринкової економіки, починаючи з 1991 р., Уряд України прийняв низку законів, в яких, зокрема, передбачається соціальний захист інвалідів під час вступу до навчальних закладів, навчання, працевлаштування й адаптації на робочому місці. Але ці закони стосуються інвалідів взагалі та не враховують особливостей інвалідів із слуху, а отже, не завжди сприяють розв'язанню їхніх проблем. Таким чином слід зазначити, що, по-перше, вдосконаленню підлягають саме методологічні основи навчання учнів з вадами слуху.

За даними статистики чисельність працюючих інвалідів досягла 354,3 тис. осіб, з яких 3,0% мають захворювання органів слуху, однак, з наведеної кількості 80% інвалідів зайняті у виробничій сфері, переважно у видобувній, обробній промисловості, виробництві електроенергії, газу, води, а також у сільському, лісовому господарстві та мисливстві, на будівництві. Серед об'єктивних причин, що ускладнюють працевлаштування інвалідів, слід виділити незадовільний рівень інформування про звичайні й спеціалізовані робочі місця, недостатню кількість спеціалізованих робочих місць, незацікавленість роботодавців у створенні робочих місць для інвалідів.

Зацікавленість невеликим сегментом наукоємного сектора праці для інвалідів із слуху спонукує до визначення **проблеми** – дослідження психологічних та розумових особливостей учнів з вадами слуху та особливості формування в них інформаційно-комунікативних та комп'ютерних компетентностей.

Для вирішення наведених проблем було поставлено такі **задачі**:

1. Проаналізувати протікання та особливості розвитку психологічних процесів, зокрема мислення, у учнів з вадами слуху.

2. Визначити особливості формування інформаційно-комунікативних та комп'ютерних компетентностей у учнів з вадами слуху та вплив їх сформованості на соціальну адаптацію зазначеної категорії учнів.

3. Сформувані особистісну концепцію педагога та засади навчальної програми для учнів з вадами слуху.

Експериментальні психологічні дослідження Р.М. Боскіс, Н.Г. Морозової, Ж.І. Шиф, Т.В. Розанової та інших учених засвідчують, що мислення у глухих дітей має цілу низку особливостей, котрі зумовлені уповільненим і своєрідним розвитком мовлення та браком уваги до розвитку мовно-розумової діяльності.

Дослідженнями встановлено, що через недорозвиток мовлення у глухих виникають труднощі при оволодінні як образною, так і понятійною формами мислення. Дослідники в галузі сурдопсихології виділяють ряд умов ефективного розвитку мислення у глухих в процесі їх навчання.

Як відомо, початковими формами (стадіями) мислення людини є наочно-дійова та наочно-образна. Наочно-дійове мислення в людини з нормальним слухом функціонує за умов ще недостатнього володіння нею мовленням. Однак мовлення поступово набуває розвитку і починає супроводжувати процес мислення. Мовою людина позначає об'єкти, дії з ними, дає оцінки діям та окремим відношенням. Поступово мовлення набуває функції планування майбутньої дії.

Таким чином було спроектовано цілу систему навчання учнів з вадами слуху логічних залежностей типу "причина-наслідок", "мета-дія", яка включає з'ясування суті тих чи інших логічних відношень у змісті оповідання, створення системи логічних взаємозв'язків, використання знань про логічні залежності при виконанні різноманітних навчальних та життєвих завдань. Було доведено, що в ході оволодіння системами конкретних понять, а також початкового оволодіння ієрархічною



понятійною структурою, логічними термінами у глухих і слабочуючих поступово помічається перехід від конкретно-понятійної до абстрактно-понятійної форми мисленевої діяльності [4].

У період переходу до оперування образами мислення людини з нормальним слухом відбувається за допомогою мовлення, тобто мовлення виконує роль основного засобу мислення.

Наочно-дійова форма мислення у глухих людей функціонує майже без мовлення. Люди діють з предметами, не знаючи ані назв предметів, ані назв дій. За таких умов наочно-дійове мислення є недосконалим і не сприяє переходу на новий етап – до наочно-образного мислення.

Необхідною умовою ефективного розвитку початкових форм мислення у осіб з вадами слуху є формування мовлення як засобу мислення на наочно-дійовому й наочно-образному рівнях. Учень повинен набувати практики розв'язування задач, умови яких подаються унаочнюючими засобами. Способи розв'язування задач – реальні дії з предметами чи оперування їх образами. Однак увесь цей процес розв'язування здійснюється в єдності з мовленнєвою діяльністю: людина формулює в мовленні запитання і характеризує наочну ситуацію задачі, описує етапи розв'язування і кінцевий результат.

Спираючись на вище вказані чинники, зазначимо, що особа з вадами слуху має певні проблеми з мисленням: його уповільненість, складність мислити абстрактно, що приводить до зменшення рівня розумової активності, однак інтелектуальна активність може бути скоригована та розвинена. Розумова активність людини з вадами слуху не може бути визнана як така, що перешкоджає оволодінню наукоємної професії, зокрема професій ІТ-напрямоків.

Учні з вадами слуху – особливий контингент, під час їх навчання трапляються складності, які не можуть трапитись зі здоровими учнями. Для означеної категорії учнів слід шукати такі методи навчання, які б відзначалися найбільшою візуалізацією та мали корекційний напрямок, наприклад, створення словника термінів з окремих дисциплін. Навчання осіб з вадами слуху будується на таких засадах:

- формування навичок самостійного контролю навчальної діяльності;
- використання елементів проблемного навчання;
- забезпечення комунікативності в процесі навчання, розвинення активної мови учнів.

Під час навчання осіб з вадами слуху акцент ставиться на зорове сприйняття навчального матеріалу [5]. Також слід зазначити, що процес навчання ІКТ осіб з вадами слуху краще протікає, коли людина має можливість проявити власний інтелектуальний потенціал. Досягнення такого ефекту можливе під час використання на занятті методів активного навчання, зокрема методу ділової гри. Під час проведення таких заходів педагог має можливість покращити психолого-педагогічні умови навчання, а саме:

- створити стійкий інтерес учнів до навчання та позитивну мотивацію учіння;
- активізувати розвинення творчих здібностей;
- забезпечити позитивний емоційний стан під час навчання;
- формувати умови розвинення загальної культури мислення та інформаційної культури
- розвинути процеси рефлексії, самопізнання, самореалізації учнів.

При проведенні таких занять необхідність допомоги з боку викладача може виникнути під час виконання проблемних та творчих завдань. Викладачеві слід правильно спланувати на скоригувати творчий пошук учнів в процесі виконання поставлених завдань [6].

Аналізуючи досвід Регіонального центру освіти інвалідів Національної металургійної академії України стосовно навчання учнів з вадами слуху, зокрема ІТ-технологій, можна відмітити таку особливість проведення занять з ІКТ для зазначеної категорії студентів:

- на всіх заняттях паралельно із викладачем повинен працювати сурдоперекладач;
- викладачеві потрібно готувати до кожного заняття стислий конспект уроку, який у друкованому поданні потрібно роздати кожному учневі для попереднього ознайомлення;
- створення словника професійної лексики;
- робота з засобами візуалізацій навчального матеріалу: мультимедійний проектор;
- використання мультимедійних підручників.

Головним показником якості підготовки фахівця є його професійна компетентність, яка визначається не як сума знань та навичок, а характеризує уміння людини мобілізувати в певній ситуації отримані знання та досвід.

У сучасному суспільстві компетентність розуміється як особливість, що необхідна для виконання дій в конкретній предметній сфері, включаючи вузькоспеціальні знання, навички, спосіб мислення; як сукупність взаємопов'язаних рис особистості (знань, умінь, навичок, способів діяльності), що стосуються певного кола процесів, які необхідні для продуктивної діяльності; як міру занурення людини у професійну діяльність, у якій знання стають засобом інтелектуальної

інтерпретації ситуації [7]. У якості провідних компетентностей, які слід сформувати в учня під час навчання його ІКТ, зокрема програмування, слід вказати на інформатично-комп'ютерні компетентності та в додаток до них, у розрізі навчання осіб з вадами слуху, комунікативні компетентності.

Інформатичні компетентності включають в себе вміння фахівця впевнено орієнтуватись у інформаційних потоках, мати навички пошуку та аналізу отриманих даних та за рахунок отриманих відомостей вирішувати певні проблеми. Інформатичні компетентності слід розглядати, як складові інформаційної культури, яка, в свою чергу, входить до складу загальної культури особистості [8].

Комп'ютерні компетентності відносяться до характеристик особистості, пов'язаних з мотивацією засвоєння необхідних знань, здатністю розв'язувати задачі професійної та навчальної сфери за допомогою обчислювальної техніки та опанувати навички творчого мислення. Комп'ютерні компетентності формуються як на етапі оволодіння обчислювальною технікою, так і в процесі професійної діяльності [9].

Під комунікативними компетентностями розуміють здатність встановлювати і підтримувати необхідні контакти з іншими людьми, певну сукупність знань, умінь і навичок, що забезпечують ефективне спілкування. Це передбачає уміння змінювати глибину і коло спілкування, розуміти і бути зрозумілим для партнера у спілкуванні. Комунікативні компетентності формуються в умовах безпосередньої взаємодії з колегами, тому є результатом досвіду спілкування між людьми. Цей досвід набувається не тільки у процесі безпосередньої взаємодії, а також опосередкованої, в тому числі через літературу, театр, кіно, з яких людина отримує знання про характер комунікативних ситуацій, особливості міжособистісної взаємодії і засоби їх підтримки. У процесі опанування комунікативної сфери людина запозичає з культурного середовища засоби аналізу комунікативних ситуацій у вигляді словесних і візуальних форм [10].

Зазначимо, що відокремлені одна від одної такі компетентності не відповідають вимогам до проблем навчання та подальшої соціалізації осіб з вадами слуху. Таким чином відтворимо власну парадигму професійно-комунікативних компетентностей під час навчання учнів з вадами слуху інформатики, зокрема програмування. Володіння зазначеними компетентностями характеризує людину як таку, яке має глибоку обізнаність у предметній області, націлена на самовдосконалення, самовизначення та зорієнтована на пошук гідної ланки у соціальній ієрархії, наполягає на вдосконаленні професійної діяльності. Визначимо основні компоненти таких компетентностей, які відображені у таблиці 1

**Таблиця 1**

*Професійно-комунікативні компетентності учня з вадами слуху*

<b>Вид компоненту</b>	<b>Сутність компоненту</b>
Мотиваційний компонент	<ul style="list-style-type: none"> <li>• мотив професійної орієнтації</li> <li>• мотив розширення знань з комп'ютерних технологій</li> <li>• мотив розвитку особистості</li> <li>• мотив соціальної визначеності</li> </ul>
Когнітивний компонент	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знання сучасних технологій програмування</li> <li>• вміння аналізувати інформаційні потоки</li> <li>• вміння використовувати отримані знання у професійній діяльності</li> </ul>
Дієвий компонент	<ul style="list-style-type: none"> <li>• визначення комп'ютера як засобу пізнання та самовдосконалення</li> <li>• комунікативна взаємодія з іншими людьми під час професійної діяльності</li> </ul>
Рефлексія	<ul style="list-style-type: none"> <li>• здатність самовираження у професійній діяльності</li> <li>• усвідомлення свого місця у соціальній та професійній сферах</li> <li>• визнання себе, як виробника знань</li> <li>• здатність до самооцінювання власної професійної діяльності</li> </ul>

Дивлячись на професійну діяльність ІТ-спеціаліста, зокрема спеціаліста у галузі програмування, відзначимо мету такої діяльності, а саме процес розробки забезпечення для розв'язування певних задач. Спеціаліст з програмування повинен дивитись на кожну задачу з точки зору можливості використання для її розв'язування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Деякі психофізіологічні особливості особи з вадами слуху (перевага наочно-образного мислення над мовно-логічним, недорозвиненість навичок мовлення та комунікацій, проблеми соціальної адаптації) ускладнюють опанування професії ІТ-спеціаліста, зокрема спеціаліста у галузі програмування. З іншого боку, чіткість, увага до деталей, орієнтація на кінцевий результат можуть

допомогти особам зазначеної категорії у надбанні професійних навичок спеціаліста у галузі програмування [11].

Під час професійної підготовки учня з вадами слуху велику увагу слід приділяти інформаційним технологіям, які є одночасно об'єктом вивчення і ефективними засобами навчання різних дисциплін зазначеної категорії учнів. При такому підході комп'ютерні системи та технології будуть розглянуті як засіб корекції динаміки протікання психофізіологічних процесів, і як об'єкт, що використовується для формування зазначених вище професійних компетентностей, які має опанувати учень. Також в процесі формування інформаційно-комунікативних компетентностей треба враховувати, що порушення слуху призводять не лише до погіршення мовної діяльності, а, також, порушують пізнавальну діяльність, що має свій прояв у недосконалому розвитку логічних понять, порушенню абстрактного мислення. Таким чином навчання учнів з вадами слуху сучасних ІКТ повинно ґрунтуватись на процесі підвищення власної самооцінки та самовизначення учня. Для цього вчителю під час навчання слід використовувати не лише наочності, а також письмове та усне мовлення, мімічні жести.

Головним аспектом формування професійних компетентностей учнів з вадами слуху є мотиваційний момент. Абстрактні поняття, такі як «алгоритм», «програма», «інформація» є важкими для розуміння учнів з вадами слуху, тому під час навчання слід наводити приклади зі зрозумілих учням життєвих ситуацій. Слід зазначити, що головне не надати учням означення того чи іншого терміну, а сформувати розуміння інформаційних процесів та особливостей роботи з інформаційними ресурсами. Також необхідно використовувати індивідуальний підхід до кожного учня, оскільки від того, як рано дитина втратила слух, змінюється методика навчання. Учні, які втратили слух до того, як навчились розмовляти, та глухі від народження складніше засвоюють абстрактні та логічні поняття.

Однією з важливих складових у процесі формування інформатично-комунікативних компетентностей є діяльність педагога. Його діяльність під час навчання учнів з вадами слуху повинна бути спрямована на формування в учнів практичних навичок використання комп'ютера. Теоретичні ж знання повинні базуватись на моделюванні життєвих ситуацій, які знайомі учневі, лише потім слід вводити абстрактні терміни для їх опанування. Також слід залучати до процесу навчання учнів, які краще та швидше опановують навчальний матеріал. Оскільки такі учні спілкуються один з одним власною мімічною мовою, це дасть змогу «слабшим» учням вдосконалювати власні надбання. Позитивне значення також має володіння викладача мовою жестів.

Зі всього зазначеного випливають основні засади, на яких повинен будуватись зміст навчальної програми:

- **Простота та наочність.** Під час навчання слід враховувати недостатню можливість учнів з вадами слуху до сприймання матеріалу. Тому наведені під час навчання приклади повинні базуватись на моделюванні життєвих ситуацій, допустима ігрова методика навчання.

- **Науковість.** Слід познайомити учнів з інформатикою, як з наукою, вивчення якої формує, перш за все, світогляд людини. Реалізація цього принципу пов'язана з розкриттям ролі інформаційних процесів у суспільстві, науці, медицині, промисловому та сільськогосподарському виробництві і т. д. Наукові знання повинні надавати учням не лише можливість опанування навичок роботи з комп'ютером, а перш за все бути орієнтовані на їх професійну орієнтацію та соціальну адаптацію.

- **Практична направленість.** Всі надбані компетентності повинні мати прикладний характер, які необхідно частіше закріплювати на практиці.

- **Групові форми навчання.** Аналіз характеру діяльності людей, зайнятих в інформаційній індустрії, показує, що домінуючою є колективна форма діяльності. Крім того особи з вадами слуху відокремлені від активного спілкування з зовнішнім світом, мають сильні психологічні зв'язки один з одним. До того ж атмосфера подібних занять допомагає відтворити добрий психологічний клімат. Також викладач повинен бути не лише носієм знань, а й розуміти проблеми зазначеної категорії учнів, повинен стати керівником таких малих груп.

- **Міжпредметні зв'язки.** Для покращення засвоєння матеріалу слід використовувати поняття та принципи з інших галузей знань, що створює широке поле для опанування інформаційної картини світу [12].

Процес формування інформатично-комунікативних компетентностей учнів з вадами слуху ускладнюється особливостями протікання психологічних процесів у означеній категорії учнів, а саме: домінуюча позиція зорового сприймання навчального матеріалу, уповільненість розвитку абстрактного мислення. Однак якщо під час навчання учнів з вадами слуху застосовувати групові форми роботи, виділяти міжпредметні зв'язки, інтегрувати в навчальний курс корекційні засади, то під час такого навчання учень отримає не лише ґрунтовні знання з предметної галузі та означені вище

компетентності, а також пройде процес соціальної адаптації, що допоможе йому спроектувати власний профорієнтаційний пошук.

### Література

1. Наказ Президента України від 13 липня 2001 року N 519/2001 “Про Національну програму професійної реабілітації та зайнятості осіб з обмеженими фізичними можливостями на 2001-2005 роки”.
2. Закон України N 875-XII від 21 березня 1991 року “Про основи соціальної захищеності інвалідів в Україні”.
3. Наказ МОН України №764 від 17 листопада 2003 року “Про затвердження Програми професійної підготовки інвалідів по слуху і зору у вищих навчальних закладах I-IV рівнів акредитації”.
4. Марчук Т.Ф. «Шляхи розвитку мислення у глухих дітей» Актуальні проблеми навчання та виховання людей з особливими потребами. – К.: Університет "Україна", 2004. – 448 с.
5. Методы повышения эффективности обучения и воспитания взрослых глухих: Сб. ст. / Под ред. А.П. Гозовой. Л., 1977.
6. Дергачева Л.М. Классификация дидактических игр с позиции различных методологических подходов. // Вестник МГПУ. Серия информатика и информатизация образования. / М.: МГПУ, – 2005, №2 (5), – С. 39-43.
7. Равен Джон. «Компетентность в современном обществе. Выявление, развитие и реализация.» М.: Когито-центр, 2002. – 400 с.
8. Голунова Л.В. Научно-теоретическое обоснование понятия «информационная грамотность»: Материалы Всероссийской научной конференции «Наука и образование», г. Белово, 12–13 апреля 2002 г.
9. Каракозов С.Д. Информационная культура в контексте общей теории культуры личности // Педагогическая информатика. 2000. – № 2. – С. 41-55.
10. Козырев В.А. Радионова Н.Ф. Тряпицина А.П. Направления модернизации педагогического образования // Модернизация педагогического образования в Сибири: проблемы и перспективы. Ч.1: Сборник научных статей. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2002.
11. Жуков Ю.М., Петровская Л.А., Растяльников П.В. Диагностика и развитие компетентности в общении, М., изд-во МГУ 1990. – 104 с.
12. "Особенности усвоения учебного материала слабослышащими учащимися"/ Изд. Педагогика под ред. Р. М. Боскис, М., 1981 г. – С. 40-65.
13. Черних В.В. «Філософські аспекти віртуальної реальності» // «Наукове пізнання: методологія та технологія» під редакцією Кавалерова А.І. Одеса, ПНПУ ім. К.Д. Ушинського №1(23) 2009. – С. 130-135.

**Суrowицький М.М.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

### **До питання навчання комп'ютерного опрацювання даних студентів гуманітарних спеціальностей**

Життя і успішна практична діяльність сучасної людини значною мірою залежать від ефективної організації опрацювання даних. Процеси опрацювання даних реалізуються в усіх сферах людської діяльності: науці, техніці, економіці, технології, медицині та ін. Дані дедалі частіше розглядають як життєво важливі ресурси, які необхідно організувати так, щоб ними можна було легко користуватися.

Великі обсяги даних практично неможливо опрацьовувати без спеціальних комп'ютеризованих засобів. Якісне та швидке опрацювання даних є актуальною проблемою досліджень сучасних науковців в різних галузях науки. Особливо значимою ця проблема є при підготовці студентів гуманітарних спеціальностей, до яких слід віднести спеціальності: 6.010100 Дошкільне виховання, 6.010100 Початкове навчання, 6.010100 Педагогіка і методика середньої освіти. Українська мова і література. Студенти цих спеціальностей, зазвичай, у процесі навчальної або науково-дослідницької діяльності майже не звертаються до програмних засобів статистичного опрацювання даних, оскільки не мають навичок роботи з ними. Разом з тим є необхідність показати їм переваги роботи з такими засобами, що можуть стати у нагоді студентам гуманітарних спеціальностей при навчанні відповідних дисциплін і проведенні науково-дослідних робіт.

*Наукове дослідження* – це процес вивчення певного об'єкта (предмета або явища) з метою встановлення закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення в інтересах раціонального використання у практичній діяльності людей [7]. Наукові дослідження проводяться у різних сферах

життєдіяльності людей і використовуються педагогами, психологами, соціологами, науковцями різних галузей, що й визначає специфіку експериментально-дослідницької роботи.

Методику проведення наукових досліджень у педагогічній сфері вивчають у курсі «Основи науково-педагогічних досліджень» студенти наведених вище гуманітарних спеціальностей. Метою навчання дисципліни є розширення, поглиблення та систематизація підготовки фахівця до організації наукових досліджень, впровадження їх результатів у практику педагогічної роботи [8]. В одному із змістових модулів навчальної програми даної дисципліни «Технологія опрацювання та оформлення результатів наукового дослідження» передбачається вивчення таких тем:

- застосування методів математичної статистики в дослідженні проблем педагогіки і психології;
- міри зв'язку та їх застосування;
- використання ЕОМ у психолого-педагогічних дослідженнях;
- інтерпретація наукових даних та оформлення результатів досліджень.

Беззаперечним є той факт, що вивчення цього модуля потребує застосування комп'ютерних засобів навчання, спеціального програмного забезпечення, зокрема статистичних пакетів опрацювання даних.

*Статистичні пакети опрацювання даних* – це спеціальні комп'ютерні засоби, за допомогою яких опрацьовують дані та обчислюють результати експериментальних досліджень. Зазвичай їх використовують соціологи, політологи, педагоги та інші науковці при проведенні масштабних досліджень. В такі пакети вбудовано адаптований інтерфейс та довідкову систему, що дає змогу опанувати основи роботи з ними на достатньому рівні.

Опрацюванню даних, важливій стадії проведення наукового дослідження, присвячено значний обсяг спеціальної літератури. Зокрема, проблемам проведення науково-дослідницької діяльності присвячені роботи Бусигіна А.Л., Відерникова Л.В., Горностаєв П.В., Дайв Р., Кнепер К., Левитська Е.Ю., Легран П., Матушанський Г.У., Менг Т.В., Соломко Л.І. та ін. Питання системного підходу у дослідницькій роботі, де передбачається опрацювання результатів педагогічних досліджень, вперше поставили Архангельский С.І., Данилов М.А., Корольов Ф.Ф., Юдан Е.Г. У подальших дослідженнях системний підхід до аналізу дослідницької діяльності застосовували Андрєєв В.І., Вяткін Л.Г., Ільїн В.С., Леднев В.С. Махмутов М.І., Поляков В.А., Сластьонін В.А., Тализіна Н.Ф. ін. Питанням застосування методів математичної статистики у педагогічних дослідженнях приділяють увагу Греков А.А., Загвязинський В.І., Кузьміна Н.В., Мамчур Е.А., Стьопін В.С., Швирев В.С. та ін.

У більшості робіт цих дослідників передбачене опрацювання даних за класичними методами, без використання комп'ютерів. Разом з тим використання сучасних інформаційних технологій може суттєво полегшити цей процес, уніфікувати його та прискорити.

*Дані* – це характеристики певних об'єктів чи явищ, зафіксовані (закодовані) у певній формі, придатній для подальшого опрацювання, зберігання і використання [1].

У вузькому розумінні термін «дані» відноситься тільки до даних з реєстраційних документів (анкет, бланків інтерв'ю, протоколів спостереження тощо). В якості даних виступають як опрацьовані, так і не опрацьовані на комп'ютері результати досліджень [2].

У широкому розумінні дані – це факти, зібрані у ході емпіричного дослідження.

Дані є основним об'єктом наукової діяльності людини. Саме з ними працює дослідник під час дослідження: визначає методи отримання даних, їх накопичення, опрацювання, передавання, формулює висновки на їх основі. Яскравим прикладом здійснення цих операцій є проведення соціологічних досліджень та опрацювання даних за допомогою методів математичної статистики.

У контексті нашого дослідження доцільно використовувати таке визначення.

*Дані* – це первинні відомості, що отримані в результаті соціологічного дослідження, відповіді респондентів, оцінки експертів, результати спостережень тощо [2].

Поняття «соціологічні дані» і «емпіричні дані» дані у підручниках, словниках, як правило, спеціально не визначаються і зазвичай вважаються синонімами [2].

*Опрацюванням даних* називають математично-статистичний аналіз даних, їх компактне, придатне для аналізу та інтерпретації подання. Над даними можна виконувати такі операції:

- 1) готувати їх до опрацювання; шифрувати, кодувати тощо;
- 2) опрацьовувати (вручну або за допомогою комп'ютера); табулювати, розраховувати багатовимірні розподіли ознак, класифікувати тощо;
- 3) аналізувати;
- 4) інтерпретувати.

Стандартні статистичні методи опрацювання даних включені до складу електронних таблиць, таких, як Excel, Lotus 1-2-3, QuattroPro, та в математичні пакети загального призначення – Mathcad,

Mathlab, Maple та ін. Потужніші можливості статистичного опрацювання даних можна отримати за допомогою спеціалізованих пакетів прикладних програм, як вітчизняних – STADIA, МЕЗОЗАВР, СИГАМД, СТОД, САНИ, ОЛІМП: СтатЕксперт та ін., так і зарубіжних – StatPlus, STATCRAPHS, SPSS, SAS, BMDP, STATISTICA та ін.

Протягом останніх років значної популярності у проведення статистичного опрацювання даних набув табличний процесор Microsoft Excel, що пояснює його інтеграцію до пакету Microsoft Office. Excel включає в себе програмну надбудову «Пакет аналізу» і бібліотеку з 78 статистичних функцій. У повсякденній діяльності такого набору інструментів буває, як правило, цілком достатньо для проведення досить повного і якісного статистичного аналізу даних. Якщо ж користувача не задовольняють подібні можливості використання Excel, тоді можна звернутися до потужних спеціалізованих пакетів статистичного аналізу даних, зокрема до пакету StatPlus фірми AnalystSoft Inc. [4], SPSS for Windows, Statistica Plus Multilanguage, STATISTICA, MATHLAB, SYSTAT.

Наразі існує велика кількість літературних джерел стосовно роботи з Excel різних версій, що переважно адресовані користувачам, які вже мають навички роботи з подібними програмними засобами. Тоді як новачкам, особливо гуманітарних спеціальностей, досить важко самостійно опанувати з системою опрацювання даних в Excel. Можливості використання Excel досить об'ємні, це універсальний табличний процесор, що може стати у нагоді при проведенні експериментальних досліджень студентами гуманітарних спеціальностей, як у процесі науково-дослідної, так і навчальної діяльності.

Розглянемо особливості роботи з програмним засобом статистичного опрацювання даних StatPlus, в який також включає потужний набір статистичних інструментів і графічних методів аналізу, простий та зручний інтерфейс. Область застосування засобу StatPlus практично необмежена – соціологія, фінансовий аналіз, економіка, страхування, охорона здоров'я та клінічні дослідження тощо. Це лише кілька галузей, де він вже використовується [4].

Проілюструємо можливості та особливості використання зазначених програмних засобів Excel і StatPlus для опрацювання даних на конкретному прикладі при вивченні теми «Застосування методів математичної статистики в дослідженні проблем педагогіки і психології» у курсі «Основи науково-педагогічних досліджень».

*Приклад.* У двох групах студентів (Ігр. і ІІгр.) проведено тестування з інформатики (рис. 1). Визначити за його результатами (кількістю правильних відповідей), чи суттєво різняться успішності у даних групах.

№ пит.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
І гр.	20	13	18	20	15	11	19	20	15	12	19	19	13	18	20	11	17	10	16	15	20	11	18	10	15
ІІ гр.	14	16	14	18	18	15	13	15	14	13	18	18	17	14	15	15	14	15	14	19	17	14	14	15	14

Рис 1. Результати тестування з інформатики

*Розв'язування.* Для порівняння за певними ознаками досліджуваних сукупностей використовують спеціальні статистичні критерії: F-критерій (або критерій Фішера), t-критерій (критерій Стьюдента) та інші, що ґрунтуються на порівнянні різних параметрів досліджуваних вибірок (середніх значень, дисперсій та ін.).

Дисперсія – це показник, що характеризує розсіювання значень елементів сукупності (вибірки) навколо її середнього значення.

Для визначення показника розсіювання успішності груп студентів скористаємось формулою стандартного середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}},$$

де  $\sigma$  – стандартне середнє квадратичне відхилення (чим більше значення  $\sigma$ , тим більше різномірно розсіяна сукупність);

$x_i$  – значення окремих елементів вибірки;

$n$  – кількість досліджуваних об'єктів.

Для порівняння двох вибірок обчислимо  $F_{emp}$  за формулою:

$$F_{emp} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2},$$

де  $\sigma_1$  – середнє квадратичне відхилення першої сукупності,  $\sigma_2$  – середнє квадратичне відхилення другої сукупності.

Для розв'язування даного прикладу скористаємось програмним засобом Excel (рис. 2).

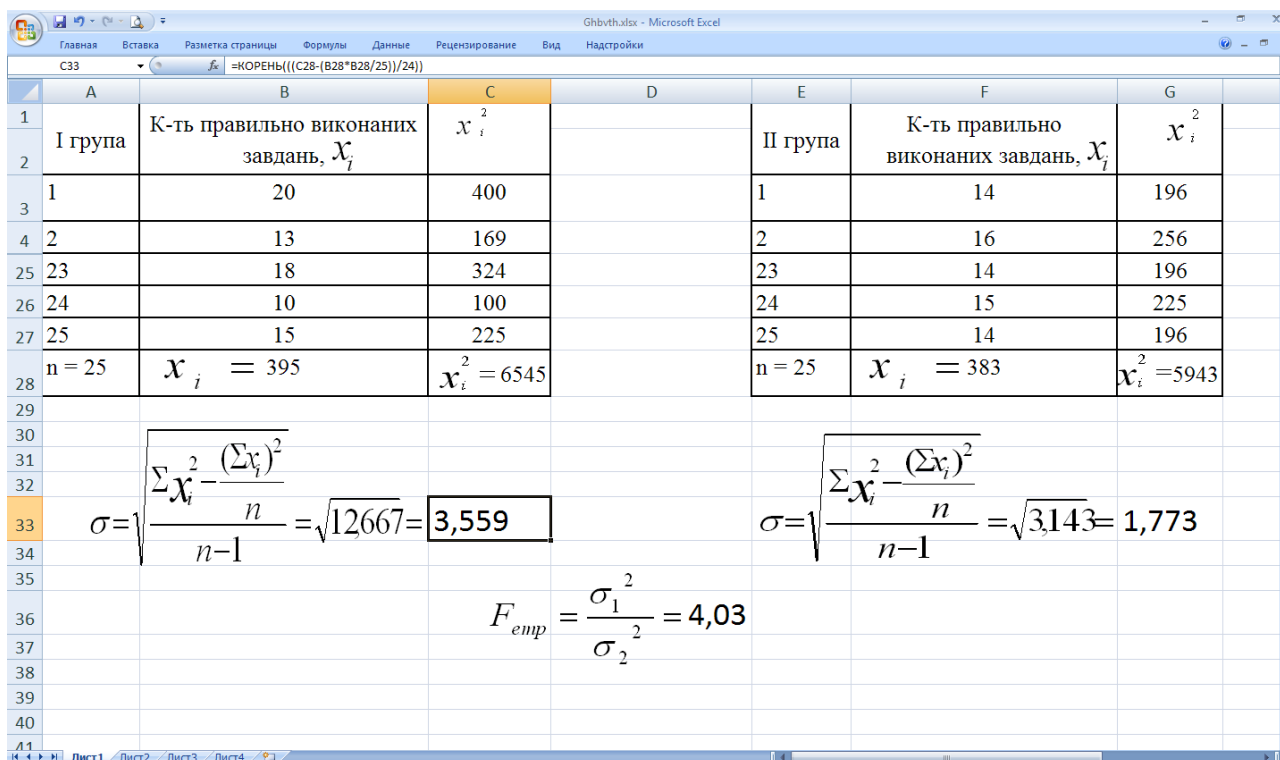


Рис. 2. Приклад статистичного опрацювання даних в Excel

Для цього для знаходження показника розсіювання даних для студентів I-ї групи введемо у клітинку C33 формулу  $=КОРЕНЬ(((C28-(B28*B28/25))/24))$ , а для знаходження показника розсіювання даних для студентів II-ї групи у клітинку формулу  $G33 =КОРЕНЬ(((G28-(F28*F28/25))/24))$ . Далі для знаходження  $F_{emp}$  у клітинку D36 введемо формулу  $=(C33*C33)/(G33*G33)$ . Результати обчислень подані на рис. 2. Відмітимо, що для знаходження цих параметрів в Excel можна скористатись також вбудованими статистичними функціями або засобом Аналізу даних.

Далі продемонструємо розв'язування даного прикладу за допомогою спеціалізованого програмного засобу StatPlus, в якому, на відміну від попереднього методу розв'язування, для отримання різних статистичних показників користувачеві достатньо ввести тільки дані відповідних статистичних вибірок.

Для обчислення F-критерію у середовищі StatPlus скористаємось вказівкою *Статистика* → *Основная статистика/Таблицы* → *F-тест для дисперсии* і введемо дані вибірок тестування студентів, як показано на рис. 3.

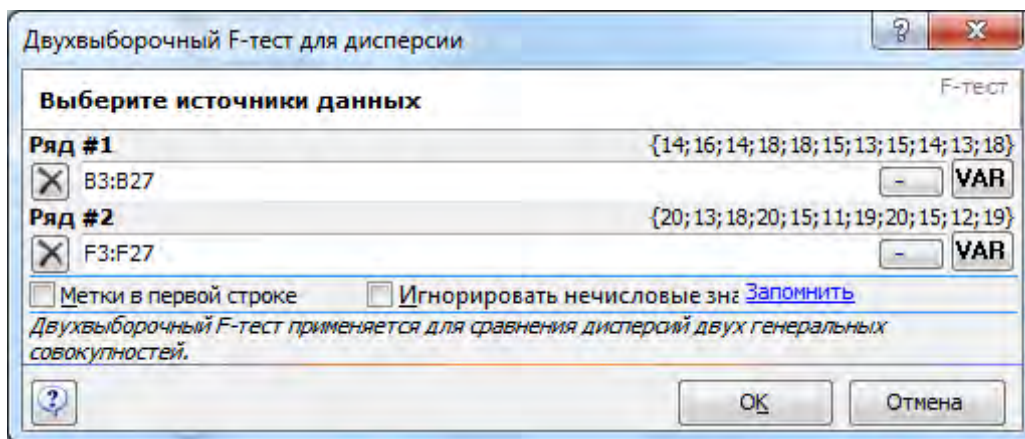


Рис. 3. F-тест для дисперсії

В результаті отримаємо розв'язок (рис. 4), що збігається з попередніми результатами.

Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати, що існують відмінності успішності між вибірками з двох цих груп студентів. За результатами тестування I-ша група має досить високий

показник розсіювання, тобто є різнорідно розсіяною сукупністю, а II-га група має менший показник розсіювання, тобто є одноріднішою сукупністю.

	A	B	C	D	E
1	<b>Двухвыборочный F-тест для дисперсии</b>				
2	<b>Описательная статистика</b>				
3	VAR	Размер выборки	Среднее	Стандартная ошибка (среднего)	Дисперсия
4	<b>I группа</b>	25	15,8	0,7118	12,6667
5	<b>II группа</b>	25	15,32	0,3546	3,1433
6					
7	<b>Итоги</b>				
8	Значение F-критерия	4,03	<i>P(F&lt;=f)(Вероятность, соответствующая критерию Фишера)</i>	0,0006	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Рис. 4. Приклад статистичного опрацювання даних у StatPlus.

Виконання розрахунків з використанням програмних засобів статистичного опрацювання даних не потребує значних часових витрат, сприяє уникненню математичних та обчислювальних похибок. Оволодіння сучасними програмними засобами дозволяє якісно та швидко здійснювати статистичне опрацювання даних. Опанування методикою роботи з такими засобами студентами-гуманітаріями при проведенні експериментальних досліджень сприяє пошуку раціональних шляхів вирішення поставлених завдань.

### Література

1. Рамський Ю.С., Цибко Г. Ю. Проектування й опрацювання баз даних: Посібник для вчителів. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2005. – 116 с.
2. Добренькое В.И., Кравченко А.И. Методы социологического исследования: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 768 с.
3. Ядов В.А. Стратегия социологического исследования: Описание, объяснение, понимание социальной реальности. М.: Добросвет, 1998.
4. AnalystsoftSoft Inc. – Analysis Made Easy... [StatPlus] User-friendly statistical software – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.analystsoft.com>.
5. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
6. Нові технології навчання: Наук.-метод. зб. /Кол. авт. – К.: Наук.-метод. центр вищої освіти, 2004. – Вип. 39. – 203 с.
7. Білуха М. Т. Методологія наукових досліджень: Підручник. – К.: АБУ, 2002. – 480 с.
8. Зінченко В. П. Програма навчального курсу «Основи науково-педагогічних досліджень» (за вимогами кредитно-модульної системи). Для студентів спеціальності 6.010101 Дошкільна освіта. – Глухів 2010 р. – 33 с.

**Жмуд О.В.**  
НПУ імені М.П. Драгоманова

### Контроль знань і вмінь студентів з методики навчання інформатики в педагогічних університетах

Ефективне управління навчальним процесом неможливе без стійкого зворотного зв'язку, через який викладач отримує відомості про рівень засвоєння теоретичного матеріалу, про знання, уміння й навички студентів. Саме так реалізується управлінська функція контролю – на основі отриманих



відомостей викладач коригує подальшу роботу, з'ясувавши, чи досягнута мета навчання на певному етапі. Важливим завданням педагогічної діагностики та оцінювання знань студентів є підготовка майбутніх фахівців до продуктивної роботи за обраним фахом.

Проблемам якісної діагностики навчальних досягнень майбутніх фахівців, зокрема засобами новітніх інформаційних технологій, присвячені дослідження багатьох вітчизняних і закордонних науковців, проте теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка методики контролю знань та вмінь студентів саме з методики навчання інформатики сьогодні є досить актуальними. Для такої дисципліни як методика навчання інформатики засоби, форми та методи діагностики знань набувають виняткового значення, оскільки мають певні особливості застосування. Проблема оцінювання пов'язана насамперед із тим, що контроль має бути об'єктивним і давати викладачеві відомості про результати навчального процесу. Однак на практиці часто оцінка позбавлена потрібної об'єктивності. Отже, існує потреба в пошуку об'єктивних методів, методик і засобів контролю знань та вмінь студентів з методики навчання інформатики.

В період глобальної інформатизації суспільство висуває нові, більш високі вимоги до професійних компетентностей фахівців. Це обумовлює необхідність модернізації системи освіти, впровадження інноваційних технологій, нових методів навчання та оцінювання результатів початкової діяльності. Саме тому інновації в освіті – це необхідна умова розвитку відповідно до постійно змінюваних потреб суспільства.

Інноваційна спрямованість навчального процесу призводить до корінних змін у педагогічній діяльності, спрямування її методів на усвідомлене і творче навчання студентів та учнів, яке ґрунтується на більшій їх самостійності, вмінні адекватно визначати свій рівень підготовки і виробленні у них потреби постійного вдосконалення, оновлення набутих знань, вмінь, навичок [3]. Як і будь-яка інша діяльність, педагогічна визначається певним рівнем здібностей. На думку дослідників, до невід'ємних здібностей вчителя належать такі специфічні інтегральні якості, як: дидактичні, експресивні, перцептивні, науково-педагогічні, авторитарні, комунікативні, організаторські, конструктивні, психомоторні, гностичні, розподілу уваги тощо [2, 302]. Інноваційні зміни у системі вищої освіти виокремлюють такий аспект в підготовці майбутніх фахівців, як розвиток їх особистісних якостей – самостійність у прийнятті рішень, творчий підхід у навчанні, ініціативність, наполегливість, самооцінка. Але оцінювання рівня саме таких компонент професійної підготовки майбутнього фахівця не відбувається.

В сучасному освітньому середовищі поширюється використання інноваційних методів навчання, що ґрунтуються на компетентністному підході. В контексті реформування освіти на засадах компетентнісного підходу підвищується і інтерес дослідників до проблеми оцінювання професійних компетентностей фахівців, про що свідчать праці Л. Тархан, І. Кондакова, Л. Хоружи та ін. Компетентністний підхід у навчанні полягає у розвитку в студентів компетентностей, якими визначається їх успішна адаптація в суспільстві. Професійні компетентності фахівця можна визначити як здатність ефективно використовувати набуті знання, вміння і навички; вміння вирішити ту чи іншу проблему, здійснити активний пошук нового досвіду і визначити його самостійну цінність, наявність вмінь та навиків самостійності в плануванні, організації, контролі власної діяльності; креативність, здатність до саморозвитку, самоаналізу, саморегуляції, самоорганізації, самоконтролю [1].

Тому, завданням сучасної системи освіти є сформувати та розвинути у студентів відповідно до фаху професійні компетентності в процесі навчальної діяльності. Але в законопроекті, що стосується змін до Закону України «Про вищу освіту», висвітлюється саме оцінювання рівня навченості студентів, що відображається і в існуючих навчальних планах «Програма навчальної дисципліни містить опис змісту навчальної дисципліни, послідовність її вивчення, перелік знань та вмінь ...» [4]. Тому важливими є розвиток особистісних якостей студента. Результатами сучасної освіти повинні бути знання, вміння, навички, виражені через компетентності, які демонструє студент після закінчення навчання (курсу, модуля, навчальної дисципліни тощо) і які можна адекватно визначити.

Тому постає проблема оцінювання рівня набуття тих чи інших компетентностей. Вирішення цієї проблеми полягає в оцінюванні навчальних досягнень через рівень набуття компетентностей в той чи інший навчальний період. Недостатня розробленість теоретичних та методичних засад систем оцінювання спонукає до перегляду критеріїв оцінювальних методик саме з точки зору компетентностей майбутнього фахівця.

Оцінювання навчальних результатів повинно ґрунтуватися на рівні досягнення студентами попередньо розроблених компетентностей відповідно до фаху. Компетентності, будучи результатом навчальної діяльності студентів, формуються передусім на основі опанування змісту програм навчальних дисциплін. Виникає необхідність впровадження інтегративного підходу при оцінюванні результатів навчальної діяльності, що дозволить отримати цілісний результат якості освіти.

Проведений аналіз сучасних доробок виявив низку суперечностей між: необхідністю реалізації основних положень Болонського процесу та недостатньою розробленістю методики оцінювання; необхідністю оцінювання професійних компетентностей майбутніх учителів інформатики як базових у структурі професійних компетентностей цих фахівців і відсутністю відповідних систем оцінювання. Вивчення такої дисципліни як методика навчання інформатики має свої, чітко визначені цілі, але врахування і, головне, розуміння викладачем важливості компетентнісного підходу, сприятиме розвитку особистісних якостей студента.

На думку науковців, при особистісно-орієнтованій парадигмі методи оцінювання навчальних досягнень студентів базуються на принципах, підходах та основних положеннях оцінювання і чітко пов'язуються з навчальною метою, ціллю чи завданням. Саме від навчальної мети чи цілі залежить вибір методу оцінювання, однак сам метод може бути частково адаптованим з урахуванням особливостей навчального предмету [5, 50].

Проаналізувавши сучасні роботи науковців, які працюють в цьому напрямку, можна зробити висновок, що проблеми оцінювання рівнів сформованості професійних компетентностей майбутніх учителів інформатики ще недостатньо досліджені і розроблені у теоретичному та практичному аспектах.

Методична підготовка вчителя інформатики в педагогічному університеті потребує докорінних змін у зв'язку з протиріччями між:

- ✓ соціальними вимогами інформаційного суспільства до підготовки випускників середньої школи і майбутніх вчителів до використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій і відсутністю належного методичного забезпечення такої підготовки;
- ✓ рівнем наукових досягнень в інформатичних, психолого-педагогічних і методичних науках і їх відображенням у змісті, методах, формах і засобах навчання методичних дисциплін студентів педагогічних університетів;
- ✓ вимогою самостійності в діяльності студентів і можливістю широкого застосування отриманих ними знань, умінь і навичок;
- ✓ потребою формування творчих умінь вчителя інформатики і розробкою відповідної методики навчання студентів;
- ✓ необхідністю використовувати систему формування методичної культури студентів і недостатньою досконалістю такої системи тощо [6].

Повертаючись до нашої проблеми дослідження, а саме проблеми об'єктивної діагностики не тільки навчальних досягнень студентів з методики інформатики, але й професійних компетентностей, можна зробити висновок, що неможливо скористатися певним альтернативним способом оцінювання. Тому одним із сучасних підходів педагогічної діагностики з даної дисципліни є комплексний, тобто певна система засобів та методів оцінювання, яка будується на компетентнісному підході. Необхідно впроваджувати систему комп'ютерно-орієнтованого контролю та оцінювання знань, яка б поєднувала в собі як традиційні, так і інноваційні методи. За словами М.І. Жалдака, "в основу інформатизації навчального процесу слід покласти створення і широке впровадження в повсякденну педагогічну практику нових комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання на принципах ..., гармонійного поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, не заперечування і відкидання здобутків педагогічної науки минулого, а, навпаки, їх удосконалення і посилення,..." [7, С. 263].

Впроваджуючи саме таку методику оцінювання, потрібно враховувати основні критерії оцінювання рівня сформованості компетентностей майбутнього педагога:

- ✓ методичні знання;
- ✓ наукові знання;
- ✓ теоретичні знання (педагогічні, психологічні, професійні);
- ✓ технологічні знання (знання і використання педагогічних технологій, конструювання уроків, здатність акумулювати і використовувати позитивний досвід діяльності колег, тощо);
- ✓ моральна культура педагога, етика, естетичні, загальні, духовні, методичні, фахові, дослідно-творчі компетентності, культура праці та професійна етика, загальнопрофесійні уміння і навички (гностичні, конструктивні, комунікативні, організаційні тощо).

Комп'ютерно-орієнтований контроль знань з методики навчання інформатики може включати в себе такий метод оцінювання, як автоматизований тестовий контроль. Комп'ютерне тестування на сьогодні є досить актуальним та інноваційним методом оцінювання. Особливістю та перевагою такого методу є те, що з'являються можливості об'єктивно, максимально швидко та з мінімальними витратами праці порівняти знання досить великої кількості осіб. За допомогою тестів можна перевірити в першу чергу здатність запам'ятовувати. Це важливий момент, але здатність мислити, осмислювати події та явища, аналізувати їх та надавати їм те або інше тлумачення і значення,

створювати щось нове, тим більше, здатність до нестандартних рішень через тестування перевірити досить важко і взагалі навряд чи можливо. Студенти, звиклі лише до тестувань, втрачають здатність до творчого продукування ідей. Тому, враховуючи ці недоліки, комп'ютерні тести різних типів і міри складності доцільно використовувати в методиці навчання інформатики при перевірці саме рівня теоретичних та наукових знань.

Поряд з тестами мають використовуватися і звичні розгорнуті відповіді, самостійні дослідження, есе, портфоліо та інші більш особистісні методи перевірки знань. Розглянемо деякі з них, які доцільно також включити до системи комп'ютерно-орієнтованого контролю знань з методики навчання інформатики:

- усні відповіді – метод контролю, за допомогою якого перевіряється рівень оволодіння комунікативними технологіями, фіксується перебіг думок студентів в процесі пошуку відповідей, що є достатньо важливим при оцінюванні і неможливим при тестуванні;
- завдання лабораторного заняття, що проводиться у формі уроку, коли студент виступає в ролі вчителя інформатики, а аудиторія в ролі учнів. Завдяки такому контролю можна перевірити загально-професійні навички, вміння планувати навчальний процес, згадані вище технологічні знання та й інші педагогічні компетентності;
- есе (реферат) – за допомогою цього методу перевіряється вміння проводити аналіз та синтез, робити критичні зауваження та висновки, проводити оцінку, порівняння тощо;
- портфоліо або „папка спеціаліста” – у деяких випадках цей метод використовують як базовий, в інших – як ще один корисний інструмент в оцінювальному арсеналі викладача. Портфоліо – це зібрання робіт, які дібрані й упорядковані в такий спосіб, щоб показати прогрес студента у вивченні дисципліни (портфоліо розвитку), та з'ясувати кінцевий рівень виконавських умінь студента. За допомогою цього методу перевіряється навчальна та творча діяльність, рівень старанності, вчасність виконання завдань та ін.

Портфоліо призначено для об'єктивного оцінювання прогресу студента у засвоєні знань, з'ясування складових та черговості виконання завдань у різних видах навчальної діяльності студента; за вмістом портфоліо визначається самостійність студентів у виконанні завдань в умовах новизни (за зразком, аналогічні, відносно нові), студентська самооцінка та оцінка їхніх знань. Аналіз портфоліо дозволяє майбутнім вчителям удосконалювати свої предметні, розумові, загальнонавчальні уміння і навички, для студентів – це важливий крок до самостійного навчання. Дану папку студенти успішно використовують під час проходження педагогічної практики.

Слід також відзначити важливість написання курсових та дипломних проектів, які включають елементи наукового дослідження.

Оцінювання таких завдань повинно бути включено в єдину сформовану систему оцінювання, визначено чіткі критерії для таких форм контролю, тобто створена певна методика контролю знань, вмінь та навичок студентів з методики навчання інформатики в контексті компетентнісного підходу.

Слід мати на увазі, що у особистісних методів контролю знань є суттєвий недолік – певна суб'єктивність. Тільки через гнучке педагогічно виважене поєднання різних методів контролю можлива якісна діагностика сформованості компетентностей майбутніх фахівців.

### Література

1. Євтух М. Б., Лузік Е. В., Дибкова Л. М. Інноваційні методи оцінювання навчальних досягнень: Моногр. – К.: КНЕУ, 2010. с.
2. Зязюн І.А., Сагач Г.М. Краса педагогічної дії: Навч. посібник для вчителів, аспірантів, студентів середніх та вищих навчальних закладів. – К.: Українсько-фінський інститут менеджменту і бізнесу, 1997. – 302 с.
3. Л.М. Дибкова. Навчальна успішність у контексті компетентнісного підходу. // Інформаційні технології і засоби навчання. 2010. №1 (15). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ime.edu-ua.net/em.html>
4. Закон України "Про вищу освіту" – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/main.php?query=education/higher>
5. В.П. Сливка. Принципи та методи оцінювання (американський досвід). // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «освітні вимірювання в інформаційному суспільстві». - Київ, 2010. – 50 с.
6. Н.В.Морзе. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах: дисертація д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2003. – 42 с.

7. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики// Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць/ Редкол. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Випуск 7. – 2003. – 263 с.

**Соловей Л.Я.**

Рівненський економіко-гуманітарний університет

### **Педагогічні аспекти використання експертно-навчальних систем**

Перехід до інформаційного суспільства вимагає швидкого розв'язання проблем ефективності навчання, пов'язаних із стрімким поширенням інформаційних технологій в найрізноманітніших галузях діяльності людей. Розглядаючи освіту в інформаційному суспільстві, необхідно виділити організацію інформаційних процесів, розвиток та застосування інформаційних освітніх технологій, пов'язаними з такими процесами, як передавання, опрацювання, організація, зберігання, накопичення, подання, передавання даних, формалізація подання різноманітних відомостей та їх використання. Але комп'ютеризація не знижує, а швидше, навпаки, посилює вимоги до рівня підготовки і моральних якостей фахівців різних спеціальностей [4, с. 3-7].

Завдання педагога – створення умов для справжньої самореалізації учнів. З цим може впоратися тільки викладач з високою професійною компетентністю, відкритий для всього нового. [1, с. 10-14]

Умовою успішного застосування сучасних технологій опрацювання даних і прийняття рішень в навчальному процесі є чітке усвідомлення задач, які мають бути розв'язані в процесі розробки та впровадження в навчальний процес сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема експертних систем навчального призначення.

В останні десятиріччя активно розробляються і добре зарекомендували себе інформаційні системи автоматизації процесів прийняття рішень, що створені на основі опрацювання вибірок статистичних даних, або в яких використовуються експертні оцінки. Однак, при розробці багатьох практичних засобів підтримки прийняття рішень в системах різної природи недооцінюється значення коректного використання та опрацювання експертних оцінок спільно з наявними статистичними даними.

Основні зусилля були зосереджені на створенні високоефективних програм для спеціалізованих, професійних предметних галузей, що, з одного боку, призвело до особливої уваги до галузі знань, які лежать в основі експертної діяльності людини, але одночасно знизило інтерес до проблемно-незалежної теорії розв'язування завдань. Виникла нова сукупність принципів, інструментальних засобів і методів, що були покладені в основу інженерії знань.

Предметом теорії експертних систем служать методи і прийоми конструювання комп'ютеризованих засобів, призначених для автоматизованого розв'язування проблеми в деякій вузькоспеціальній галузі. Такі системи базуються на сукупностях фактів і знань з конкретної галузі, і призначення для автоматизованого аналізу і розв'язання проблем з такої галузі діяльності. Знання з будь-якої спеціальності, зазвичай бувають загальнодоступні і індивідуальні. Загальнодоступні знання – це факти, означення та теорії, які подані в підручниках і довідниках з даної галузі знань [8, с. 10].

В роботі [5] розглядаються основи проектування експертних систем, що базуються на наборі формальних правил виведення.

В науковій літературі розробку та впровадження експертних систем розглядають в двох аспектах:

- О.О. Молоков, К. Нейлор, Е.В. Попов, Н.П. Рязанов, Д. Уотерман [9, с. 51], Р. Форсайт, В. Ситник розглядали експертні системи як галузь штучного інтелекту;
- Н.Р. Балик, Л.М. Добровська, Ю.С. Рамський, І.С. Іваськів, І.М. Пустиннікова, М.О. Антонченко, В.О. Петрушин та інші експертні описували в своїх працях системи як засіб навчання.

Розглянемо деякі підходи до розробки і використання експертних систем для формування якісних знань учнів.

Стрімке прискорення науково-технічного прогресу призвело до того, що отримувати в навчальних закладах знання, засновані на фактах, досить швидко потребують удосконалення і оновлення. Неухильне розширення обсягу навчального матеріалу приводить до його «стискання», згортання і алгоритмізованого подання, без розуміння студентом його глибинної сутності. Наслідком цього є вкрай низька мотивація до пізнавальної діяльності, формальність отриманих знань, невміння приймати коректні і ефективні управлінські рішення в критичних ситуаціях, поглиблення протистояння між численною кількістю випускників вищих навчальних закладів та реальним невеликим числом достатньо кваліфікованих фахівців-професіоналів.

Несумісність за параметрами каналів передавання та приймання повідомлень у викладача і конкретного студента призводить до відсіву студентів з потенційно високим рівнем креативності. Недостатньо враховуються при традиційній фронтальній роботі індивідуальні особливості студентів, пов'язані із сприйняттям і опрацюванням навчальних повідомлень, систематично детально не контролюється результативність їх роботи, що особливо важливо.

Подолання зазначених недоліків можливе на основі педагогічно виваженого застосування комп'ютерних експертних систем навчального призначення. Це дає можливість значною мірою розв'язати проблеми особистісно-орієнтованого навчання, сприяючи формуванню творчого мислення студента, істотно прискорити процес навчання [10, с. 149-152].

Експертні системи є різновидністю систем комп'ютеризованої підтримки прийняття рішень, в яких поєднуються комплексне використання експертних оцінок та результатів аналітичного опрацювання даних [5, с. 5].

Спираючись на відомості про індивідуальні особливості кожного студента, за допомогою методико-педагогічної компоненти експертно-навчальної системи генерується прийнятний для даного студента сценарій навчання, що наповнюється далі конкретним змістом предметної складової. У результаті студент має можливість працювати з навчальним матеріалом відповідно до його можливостей, використовуючи зручний для нього спосіб подання навчальних повідомлень. Викладач отримує при цьому можливість забезпечити зворотній зв'язок і ефективно управляти процесом навчання.

Оскільки експертні системи орієнтовані на знання та маніпуляцію з ними, то можна сказати, що з'явився новий вид моделювання – моделювання пізнавальної діяльності [7, с. 181], який має широкий спектр застосувань, в тому числі в галузях наукових досліджень. Характерні етапи наукових досліджень:

- збирання та опрацювання початкових емпіричних даних;
- математичне і логіко-теоретичне опрацювання даних з метою виявлення нових фактів, об'єктивна істинність яких має як теоретичне, так і емпіричне обґрунтування;
- побудова на основі узагальнення наукових фактів нових теорій, що відображають фундаментальні взаємні зв'язки досліджуваних процесів і явищ.

При розробці експертних систем навчального призначення необхідно дотримуватись вимог компетентнісного підходу стосовно планування методів контролю і оцінювання результатів навчання, забезпечення опису результатів навчання, засвоєння нових методів навчання та оцінювання рівнів сформованості необхідних компетентностей за допомогою відповідних вправ, тестів, анкетування, інтерв'ювання, групових дискусій, презентацій.

Створення експертних систем для оцінювання якості засвоєння знань передбачає, насамперед, врахування наступних основних принципів [2, с. 42]:

- функціонування викладача як фахівця-консультанта в навчальному процесі;
- відмова від поточного методу навчання і перехід до індивідуальної підготовки фахівців;
- перенесення більшої частини навчального процесу на самостійну роботу студентів;
- підготовка навчально-методичного комплексу на основі врахування особливостей використання комп'ютеризованих технологій навчання;
- відмова від традиційних форм контролю і впровадження індивідуального кумулятивного індексу, за допомогою якого різко зростає роль поточного, рубіжного та підсумкового контролю знань, умінь і навичок.

Таким чином, з врахуванням описаних принципів, є підстави для розробки та впровадження в навчальний процес експертних систем навчального призначення, зокрема експертного оцінювання засвоєння знань, умінь та навичок.

Експертна система педагогічного спрямування має модульну структуру і дворівневу архітектуру, де на першому рівні знаходиться предметна експертна система з базою експертних знань і механізмом логічного виведення для розв'язування навчальних предметних задач в процесі навчання; на другому рівні знаходиться педагогічний модуль з базою педагогічних експертних знань і механізмом генерації навчальних впливів. Взаємозв'язки між компонентами системи цих двох рівнів забезпечуються через модуль діалогової взаємодії і модель учня.

Поспелов Д.А. як основні структурні елементи для експертної системи [11, с. 68] відзначає:

- 1) База знань – підсистема для подання знань в конкретних предметних галузях а також для управління знаннями;
- 2) Підсистема логічного висновку для вивчення логічних висновків на основі знань, що зберігаються в базі знань;
- 3) Інтерфейс користувача для роботи користувача з експертною системою;

4) Підсистема набуття знань для підтримки отримання знань від експерта, підтримки бази знань і при необхідності її поповнення;

5) Пояснювальна підсистема, що призначена не лише для генерування висновків, але і для надання різних коментарів до цього висновку, а також пояснювати. Без цього користувачеві важко зрозуміти результати роботи з експертною системою. Пояснення отриманих результатів необхідне користувачеві не тільки для того, щоб переконатися в правильності результатів, отримуваних за програмою, але і для більш повного розуміння завдання. Експерт або інженер знань з допомогою цієї підсистеми перевіряє, як функціонує система, і може точно з'ясувати, як в експертних системах використовуються знання, що зберігаються в базах знань.

База знань містить факти та правила. Факт це зазвичай деяке твердження (наприклад: у рівностороннього трикутника всі сторони рівні). Правило звичайно має структуру типу: якщо  $X$ ,  $Y$  і  $Z$  всі є чимось істинним, то виконується умова  $Q$ . У цій структурі  $X$ ,  $Y$  і  $Z$  називаються умовами, а  $Q$  – висновком. Проте деякі правила можуть бути сформульовані лише з деякою вірогідністю істинності, оскільки можуть виникати випадки невідповідності деякого факта правилу (наприклад, якщо в чотирикутнику протилежні сторони паралельні, то це не обов'язково стосується прямокутника). Виключення можуть бути наперед обумовленими, що в свою чергу ускладнює правила. Крім того, в деяких правилах можуть бути невідомими напевно деякі умови, тому в експертній системі повинно бути передбачено в подібних ситуаціях виведення заключних висновків з певною ймовірністю.

Для функціонування системи база знань має бути наповнена знаннями. Для цього запрошують висококваліфікованих фахівців у тій галузі, для якої розробляється система, завдання яких – описати всі відомі знання щодо розглядуваної проблематики. В експертних системах використовуються знання двох типів: один – це загальні факти, явища, закономірності, інший – набір правил, висновків, інтуїтивних суджень. Відомості про ці знання, як правило, не опубліковуються. Звичайно, в експертних системах мають переважати знання першого типу, але знання другого типу також необхідні для прийняття рішень у складних ситуаціях. Якщо такі знання відсутні, то це означає що експерти або не вміють формулювати свої знання, або не бажають цього робити, щоб зберегти за собою статус унікальних фахівців.

Експертну систему наповнюють знаннями експерти з предметної галузі і інженер зі знань. Якщо експерт, як спеціаліст з предметної галузі, надає відповідні правила, то інженер їх описує з урахуванням моделі експертної системи. Але в сучасних експертних системах з удосконаленням інтерфейсу користувача і самих систем експерт може поповнювати базу знань і без допомоги інженера.

Якщо база даних є джерелом даних, що стосуються певної предметної галузі, то база знань містить знання, які відбивають тенденції розвитку цієї предметної галузі, що дає змогу прогнозувати й виводити на основі наявних правил нові факти, які не належать до бази даних [6, с. 224].

За природою знання поділяють на декларативні та процедурні.

Декларативні (предметні) знання — це факти і зв'язки між ними. Декларативні знання не містять у явному вигляді опису процедур перетворення знань, вони являють собою певну множину тверджень, які не залежать від того, де і коли використовуються. Моделювання предметної галузі в такій формі потребує повного опису всіх можливих її станів, а розв'язування задачі на основі такої бази знань ґрунтується на пошуку, що відбувається у множині можливих станів описувальних об'єктів.

В свою чергу процедурні знання являють собою набір певних процедур перетворення знань як даних. При процедурному поданні знань немає потреби зберігати відомості про всі можливі стани предметної галузі, достатньо мати опис початкового стану та процедур, за допомогою яких генеруються необхідні стани, виходячи з початкових.

Поділ знань на декларативні та процедурні суто умовний, і межа між цими знаннями рухома. На відміну від декларативного, процедурне знання є операційним, практичним, знаходиться поза межами усвідомлення і виявляється через певні дії. Одним з класичних прикладів є знання як зав'язувати вузол або говорити певною мовою. Людина може знати, але не вміти, або навпаки, вміти, але не в змозі пояснити, як вона це робить.

Відповідно, розмежування цих типів знань має особливе значення в процесі навчання, зокрема при оволодінні і користуванні мовою. Декларативне знання виражається словом, а процедурне знання виявляється через дію.

Основними особливостями та перевагами експертних систем є те, що вони ефективні для розв'язування практичних задач, в них підтримуються механізми виведення, формалізовані задля цього необхідні правила, тому придатні для формування процедурних навичок.

Істотним недоліком експертних систем є також значні трудові витрати, необхідні для поповнення бази знань. В базі знань зберігається об'єкти пізнання, які складають сукупність знань,

що об'єднані за чотирма типами концептуальних зв'язків: спільності, партитивності (співвідношення цілого і частини), зіставлення, функціональної взаємозалежності. [3, с. 101] Крім того, в експертних системах неможливо відобразити усі знання експерта, в них відкидаються елементи знань, що не є необхідними для розв'язання задач, такі як, наприклад, первинні принципи, або базові поняття, що в свою чергу є дуже важливими в педагогічному контексті. За допомогою експертних систем можна досягти розуміння навчальних тем студентами лише поверхнево [12, с. 20].

Розробка експертних систем навчального призначення потребує спеціальних програмних оболонок, які, пристосовані для того, щоб їх міг заповнювати викладач, який не є фахівцем в галузі програмування, що робить його автором автоматизованого навчального курсу і заохочує до роботи із засобами комп'ютерних технологій навчання.

### Література

1. Багишаев З.Я. Приоритеты современного образования и стратегия его развития //Педагогика. 2003. № 9. – С. 10-14.
2. Байденко, В.И. Болонский процесс: Проблемы, опыт, решение / В.И. Байденко – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. – 2006. – 112 с.
3. Джексон П. Введение в экспертные системы. – Вильямс, 2001.
4. Колесников А.Ф., Турченко В.Н. Стратегия образования в интересах безопасности страны //Педагогика. 1999. № 5. С. 3-7.
5. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему: Пер. с англ. / Нейлор К. – М.: Энергоатомиздат, 1991, – 286с.
6. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. / В.Ф. Ситник, Т. А. Писаревська, Н. В. Єршоміна, О. С. Краєва; За ред. В. Ф. Ситника. – К.: КНЕУ, 2001. – 420 с.
7. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. – М.: Наука, 1988. – 280 с.
8. Построение экспертных систем Редакторы: Ф. Хейес-Рот, Д. Уотерман, Д. Ленат Перевод с английского Ю. И. Крюкова, Н. Д. Смольянинова и С. Б. Трубициной под редакцией В.Л. Стефанюка. – Москва: «Мир» 1987.
9. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам /Д. Уотерман. – М.: Мир, 1989.
10. Швецова Н.А. Экспертно-обучающие системы в сфере повышения квалификации кадров //Интеграция методической (научно-методической) работы и системы повышения квалификации кадров: Материалы V всероссийской научно-практической конференции 18-20 февраля 2004 г. Часть 2. Челябинск, 2004. С. 149-152.
11. Экспертные системы: состояние и перспективы. // Д.А. Поспелов; "Наука"; 1989
12. McArthur, D., Lewis, M, and Bishay, M. (1993). The roles of artificial intelligence in education: Current progress and future prospects. RAND DRU-472-NSF

## Зміст

<b>Жалдак М.І., Михалін Г.О., Деканов С.Я.</b>	
Навчання майбутніх учителів математики інтегрального числення функцій однієї змінної з використанням комп'ютерних засобів математики.....	3
<b>Жалдак М.І., Михалін Г.О., Біляй І.М.</b>	
Про зв'язок ймовірнісних моделей з деякими іншими моделями реального світу .....	25
<b>Рамський Ю. С., Рафальська М.В.</b>	
Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання методів обчислень у педагогічному університеті .....	39
<b>Кузьміна Н.М., Струтинська О.В.</b>	
Автоматизоване робоче місце майбутнього вчителя економіки .....	45
<b>Сергієнко В.П., Войтович І.С.</b>	
Перспективи використання „cloud computing” у навчальній діяльності педагогічних університетів.....	58
<b>Тополя Л.В.</b>	
Методичні та психолого-фізіологічні вимоги до створення презентацій.....	63
<b>Підгорна Т.В.</b>	
Вивчення кристалографії в курсі НІТ для майбутніх вчителів хімії.....	67
<b>Франчук В. М.</b>	
Захист даних в безпроводних комп'ютерних мережах.....	75
<b>Шевчук П.Г.</b>	
Програмно-технологічні умови використання мови С# для навчання програмування в загальноосвітніх навчальних закладах.....	80
<b>Нестерова О.Д.</b>	
Навчання дискретної математики студентів інформатичних спеціальностей педагогічних університетів.....	84
<b>Ясінський А.М., Мартинюк Г.Ф.</b>	
До проблеми забезпечення значущих результатів педагогічних вимірювань з використанням комп'ютерних технологій.....	88
<b>Терещенко О.В., Малежик М.П.</b>	
Проектування комплексу засобів дистанційного предметного тестування знань з нормативних курсів у вищих навчальних закладах .....	91
<b>Бугаєць Н.О.</b>	
Використання програм математичного призначення для знаходження екстремумів функцій.....	96
<b>Шевчук Л.Д.</b>	
Змістова підготовка вчителів трудового навчання в галузі прикладної інформатики .....	104
<b>Покришень Д.А.</b>	
Особливості використання GRAN1 в ОС Windows, Linux, MacOSX.....	109
<b>Біляй Ю.П.</b>	
Система контролю знань до дистанційного курсу “Теорія ймовірностей і математична статистика”.....	114
<b>Почтовюк С.І.</b>	
Застосування електронного навчального посібника «Математика з MATLAB» в навчальному процесі.....	120
<b>Шерман М.І.</b>	
Інтернет-залежність як сприятливий фактор вчинення злочинів у сфері інтелектуальної власності та комп'ютерних технологій.....	126
<b>Листопад В.В.</b>	
Реалізація методу штучного базису для розв'язування екстремальних задач лінійного програмування засобами Microsoft Excel.....	130
<b>Сейдаметова С.М., Сокол Ю.К.</b>	
Психолого-педагогічні аспекти застосування синергізму в ІТ-освіті .....	136
<b>Васильєва Д.В.</b>	
Уроки повторення, систематизації та узагальнення знань з використанням мультимедійної дошки.....	139
<b>Атаман Т.Л.</b>	
Сучасні підходи до навчання інформатики в педагогічному університеті з використанням дистанційних технологій.....	144



<b>Ільченко О.О.</b>	
Аналіз ролі і місця знань, вмінь та навичок розробки комп'ютерної графіки та дизайну для майбутніх вчителів інформатики.....	148
<b>Єфименко В.В.</b>	
Методика навчання курсу «Нові інформаційні технології» для студентів спеціальності «Біологія» в педагогічному університеті.....	153
<b>Черних В.В.</b>	
Особливості формування інформаційно-комунікаційних компетентностей учнів з вадами слуху.....	157
<b>Суровицький М.М.</b>	
До питання навчання комп'ютерного опрацювання даних студентів гуманітарних спеціальностей.....	162
<b>Жмуд О.В.</b>	
Контроль знань і вмінь студентів з методики навчання інформатики в педагогічних університетах.....	166
<b>Соловей Л.Я.</b>	
Педагогічні аспекти використання експертно-навчальних систем.....	170