МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
Фізико-математичний факультет

ISSN 2413-1571 (print)
ISSN 2413-158X (online)

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

ВИПУСК 2 (8)

Суми – 2016

Друкується згідно з рішенням вченої ради фізико-математичного факультету
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол № 10 від 31.05.2016 р.)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Вип. 2 (8) / Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. – Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2016. – 126 с.

Автори статей несуть відповідальність за достовірність наведеної інформації (точність наведених у статті даних, цитат, статистичних матеріалів тощо) та за порушення прав інтелектуальної власності інших осіб.

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

УДК 53+51]:37(051)

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Sumy State Pedagogical University named after Makarenko
Physics and Mathematics Faculty

ISSN 2413-1571 (print)
ISSN 2413-158X (online)

PHYSICS AND MATHEMATICS EDUCATION

Scientific Journal

ISSUE 2 (8)

Sumy – 2016

Printed according to the decision of the Academic Council of Physics and Mathematics faculty
Sumy State Pedagogical University named after Makarenko
(Protocol № 10 from 31.05.2016)

F 45 Physics and Mathematics Education : scientific Journal. Issue 2 (8) / Sumy State Pedagogical University named after Makarenko, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor) – Sumy : [Sumy State Pedagogical University named after Makarenko], 2016. – 126 p.

The authors of the articles are responsible for the authenticity of the information (the accuracy of the presented information in the article, quotations, statistical materials, etc.) and for violation of intellectual property rights of others.

Opinions expressed by the authors may not reflect the views of the editors.

UDC 53+51]:37(051)

ЖУРНАЛ ІНДЕКСУЄТЬСЯ В НАУКОМЕТРИЧНИХ І РЕФЕРАТИВНИХ БАЗАХ ДАНИХ:

Google Академія (*USA*)

CiteFactor - Academic Scientific Journals (*USA*)

Universal Impact Factor - UIF (*Australia*)

PBN **Polska Bibliografia Naukowa** (*Poland*)

Research Bible (*Japan*)

AcademicKeys (*USA*)

ESJI - **Eurasian Scientific Journal Index** (*Kazakhstan*)

Information Matrix for the Analysis of Journals (*Spain*)

SCIARY - **WorldWide eLibrary** (*USA*)

DAIJ - **Directory of abstract indexing for Journals** (*USA*)

InfoBase Index (*India*)

Journal Index (*USA*)

International Scientific Indexing ISI (*UAE*)

The Global Source for Periodicals (*USA*)

Українські наукові журнали (*Ukraine*)

Scientific Indexing Services (*USA*)

General Impact Factor - GIF (*India*)

Scholar Steer (*USA*)

Открытый каталог научных периодических изданий **«Перечень-изданий.ru»** (*Russia*)

International Society for Research Activity (ISRA) **Journal Impact Factor** (JIF) (*Israel*)

Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»** (*Russia*)

The Global Impact Factor - GIF (*Australia*)

«Все науки» (*Russia*)

The Journals Impact Factor - JIF (*ASI*)

Національна реферативна база даних "Україніка наукова" (*Україна*)

Український реферативний журнал «Джерело» (*Україна*)

ЗМІСТ

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Абрамчук В.С., Абрамчук І.В., Петрук Д.О., Пугач О.С., Юзва А.П. Проблема прогнозування в задачах математичного моделювання // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 9-16.

Abramchuk V., Abramchuk I., Petruk D., Puhach O., Yuzva A. The problem of forecasting in mathematical modeling tasks // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 9-16.

УДК 519.652

В.С. Абрамчук, Д.О. Петрук, О.С. Пугач, А.П. Юзва
Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, Україна
І.В. Абрамчук
Вінницький національний технічний університет, Україна
helenpugach@gmail.com

ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вступ. В різних областях наукових досліджень необхідно розв'язувати проблему вибору математичної моделі прогнозування, корекцію, прийняття управлінських рішень тощо. Особливо ця проблема гостро постала з розвитком теорії катастроф і хаосу [2, 3]. Необхідні нові математичні моделі, з допомогою яких можна досліджувати стійкість запропонованої моделі до різних збурень, ступінь ризику про прийнятті нових проектів (управлінських рішень). Наведемо різні приклади та підходи до задачі прогнозування, щоб потім їх об'єднати спільною метою.

Задача розв'язування звичайних жорстких диференціальних рівнянь (або систем – задача Коші), права частина яких задовольняє умовам існування і єдиності розв'язку [4]. Нехай розв'язок належить простору $C^m[a;b], m \geq 2$. Прогнозований розв'язок будуємо в околі початкової точки $x_0 \in (a;b)$ у вигляді відрізку ряду Тейлора : $y(x) = P_{m-1}(x)$. Зкоректуємо розв'язок методом Адамса-Башфорта [4], інтегруючи праву частину одним з методів чисельного інтегрування з точністю $O(h^n)$, $n \geq m-1$, за даними прогнозу. Виникає проблема стійкості наближеного розв'язку для жорстких диференціальних рівнянь [1].

Розглянемо проблему побудови оптимальних інтерполяційних квадратур за певних критеріїв (найвищої алгебричної точності, вибору оптимальних вузлів, оптимальних вагових коефіцієнтів тощо [4, 5]).

Попередня проблема інтегрування тісно повязана з побудовою інтерполяційних многочленів, похибкою обчислення їх коефіцієнтів [4, 5]. Дослідження форм Морса і Тома стану рівноваги фізичних систем (стійкого або нестійкого) пов'язана з проблемою дослідження квадратичних форм, врахуванням умов стійкості при розв'язуванні диференціальних рівнянь [2]. В економіці, екології, хімічній кінетиці, в процесах горіння, вибухів, землетрусів, деформацій, пошкоджень необхідно розв'язувати одну й туж принципову задачу прогнозування та ступення визначення ризику.

Постановка проблеми. 1. Розробити теорію позіноміальної інтерполяції неперервних або дискретних функцій.

2. Обгрунтувати умови існування інтерполяційних позіномів.

3. Показати застосованість позіноміальних многочленів.

Основна частина. 1. Найпростіші інтерполяційні позіноми (многочлени однієї змінної з довільними дійсними показниками). Нехай задана сіткова функці даними $(x_0;y_0)$, $(x_1;y_1)$, $(x_2;y_2)$. Інтерполювати сіткову функцію позіномами:

$\pi_1(x) = A_0 + A_1(x-x_1)(x-x_0+1)^{\alpha}$, $\pi_2(x) = B_0 + B_1(x-x_1)(x_2-x+1)^{\beta}$, $x_0 < x_1 < x_2$, $x_i \in y_i \in R$, $i = 0,1,2$.

Позіноміальна триточкова інтерполяція функції на сітці $\{x_0, x_1, x_2\}$, $x_1 = \frac{x_0 + x_2}{2}$, за умови, що середня швидкість зміни функції на півпроміжках $[x_0, x_1]$, $[x_1, x_2]$ одного знаку. Нехай позіном заданий формулою [1]

$$\pi_1(x) = A_0 + A_1(x - x_0 + 1)^{\alpha}(x - x_1),\ A_0 = y_1,\ A_1 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0},\ \alpha = \frac{\ln \dfrac{y_2 - y_1}{y_1 - y_0}}{\ln(1+h)}, \quad (1)$$

$$\pi_2(x) = B_0 + B_1(x_2 - x + 1)^{\beta}(x - x_1),\ B_0 = y_1,\ B_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1},\ \beta = \frac{\ln \dfrac{y_1 - y_0}{y_2 - y_1}}{\ln(1+h)} = -\alpha.$$

де $h = x_2 - x_0$.

Теорема 1. Якщо функція $f(x)$ неперервна і монотонна на $[a;b]$ то позіноми $\pi_1(x)$, $\pi_2(x)$ визначені на сітці $\{x_0, x_1, x_2\}$, $[x_0; x_2] \subset [a;b]$, існують і їх параметри визначаються однозначно над полем дійсних чисел, $\beta = -\alpha$.

Доведення. Приймемо для однозначності $x_1 = \frac{x_0 + x_2}{2}$.

Маємо: $x = x_1$, $A_0 = y_1$, $B_0 = y_1$; $x = x_0$ (для $\pi_1(x)$), $A_1 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$, $x = x_2$ (для $\pi_2(x)$), $B_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$; $x = x_2$ (для $\pi_1(x)$), $A_2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \Big/ \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = (1+h)^{\alpha}$, $h = x_2 - x_0$; $x = x_0$ (для $\pi_2(x)$), $B_1 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \Big/ \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = (1+h)^{\beta}$. Оскільки $x_2 - x_1 = x_1 - x_0 = \frac{h}{2}$, то вирази A_2, B_2 спростяться: $A_2 = (y_2 - y_1)/(y_1 - y_0)$, $B_2 = (y_1 - y_0)/(y_2 - y_1)$.

За умовою інтерполююча функція монотонна, тому A_2, B_2 є додатними числами (прирости функцій одного знаку). З форми запису виразів α, β випливає, що $\beta = -\alpha$, $\alpha = \frac{\ln A_2}{\ln(1+h)}$, $\beta = \frac{\ln B_2}{\ln(1+h)}$.

Підставивши значення A_2, B_2 дістанемо формули (1). Доведення завершено.

Параметр α (аналогічно β) вказує на логарифмічну швидкість зміни функції на переході від одного півпроміжка до іншого по відношенню до логарифмічної довжини проміжка, зміщеної на одиницю. За допомогою значення параметра α можна судити про швидкість затухання процесу, якщо $0 < \alpha + 1 < 1$, або про наближення до катастрофи (розриву функції), якщо $\alpha + 1 < 0$.

Порівняємо позіномальну інтерполяцію з триточковою параболічною на сітці $\{x_0, x_1, x_2\}$ $P_2(x) = C_0 + C_1(x - x_1) + C_2(x - x_1)^2$: $C_0 = y_1$, $C_1 = \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0}$, $C_2 = \frac{y_0 - 2y_1 + y_2}{h^2/2}$.

Параболічна інтерполяція визначає швидкість зміни функції на всьому проміжку лише за рахунок коефіцієнтів і не визначає порядку зміни функції при переході від одного півпроміжка до іншого.

Тестовий приклад погано зумовленої функції

$$y = f(x) = \frac{\ln x}{x^2},\ x \in [e^{-2}; e^2],\ \int_{x_0}^{x_2} \frac{\ln x}{x^2}\,dx = -\frac{1}{x}(1 + \ln x)\Big|_{x_0}^{x_2}.$$

Проміжок $[e^{-2}; e^2]$ розіб'ємо на три проміжки $[e^{-2}; e^{0,5}]$, $[e^{0,5}; e^{\frac{5}{6}}]$, $[e^{\frac{5}{6}}; e^2]$. На першому проміжку функція сильно зростає від значення –109 до значення 0,18393972; на проміжку $[e^{0,5}; e^{\frac{5}{6}}]$ функція монотонно спадає (опукла вгору); на проміжку $[e^{\frac{5}{6}}; e^2]$ - монотонно спадає, але опукла вниз (рис. 1)

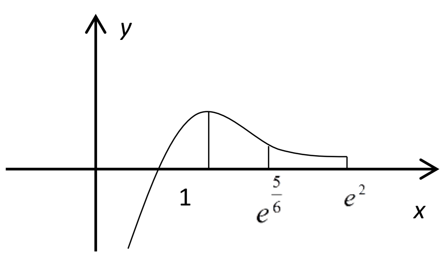


Рис. 1

На кожному з цих проміжків показник α приймає рівні значення.

1) $x \in [e^{-2}; e^{0,5}]$, $x_0 = e^{-2} = 0{,}135335283$, $x_2 = e^{0,5} = 1{,}6 \quad 4$,

$x_1 = \dfrac{x_0 + x_2}{2} = 0{,}8 \quad 9$, $y_0 = -1 \quad ,1\,0 \quad 9\,9$,

$y_2 = 0{,}18393972$, $y_1 = -0{,}143591016$, $y_1 - y_0 = 109{,}0527091$, $y_2 - y_1 = 0{,}327530736$,

$$h = 1{,}513385987,\ \alpha = \frac{\ln \dfrac{y_2 - y_1}{y_1 - y_0}}{\ln(1+h)} = \frac{-5{,}808004713}{0.921630842} = -6{,}301877545$$

2) $x \in [e^{0,5}; e^{\frac{5}{6}}]$, $\alpha = 1{,}174107023$

3) $x \in [e^{\frac{5}{6}}; e^{2}]$, $\alpha = -0{,}598507395$

Коефіцієнти позіномальної інтерполяції функції $y = \dfrac{\ln x}{x^2}$ на кожному проміжку розбиття

1) $x \in [e^{-2}; e^{0,5}]$, $A_0 = y_1 = -0{,}143591016$, $A_1 = \dfrac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = 144{,}1175087$;

2) $x \in [e^{0,5}; e^{\frac{5}{6}}]$, $A_0 = y_1 = 0{,}174483852$, $A_1 = \dfrac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = -0{,}029056346$;

3) $x \in [e^{\frac{5}{6}}; e^{2}]$, $A_0 = y_1 = 0{,}067220688$, $A_1 = \dfrac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = -0{,}035445843.$

2. Позіноміальні квадратурні формули. Нехай функція $y = f(x)$, $f(x) \in C[a;b]$, $[x_0; x_2] \subset [a;b]$, інтерполюється позіномом $\pi_1(x)$. Тоді застосувавши метод інтегрування частинами, дістанемо

$$I = \int_{x_0}^{x_2} \pi_1(x)dx = \int_{x_0}^{x_1} (A_0 + A_1(x - x_0 + 1)^{\alpha}(x - x_1)dx = y_1 h + \frac{1}{\alpha+1}\left[(1+h)^{\alpha+1}\left(\frac{h}{2} - \frac{1+h}{\alpha+2}\right) + \frac{h}{2} + \frac{1}{\alpha+2}\right].$$

Позначимо $1 + h = e^{\ln(1+h)}$, матимемо

$$(1+h)^{\alpha} = e^{\ln(1+h)\cdot\frac{\ln\frac{y_2-y_1}{y_1-y_0}}{\ln(1+h)}} = e^{\ln\frac{y_2-y_1}{y_1-y_0}} = \frac{y_2 - y_1}{y_1 - y_0}.$$

Отже, $$I = y_1 h + \frac{1}{\alpha+1}\frac{y_2 - y_1}{y_1 - y_0}\left[(1+h)\left(\frac{h}{2} - \frac{1+h}{\alpha+1}\right)\frac{y_2 - y_1}{y_1 - y_0} + \frac{h}{2} + \frac{1}{\alpha+2}\right]. \qquad (2)$$

Застосуємо формулу (2) для обчислення визначеного інтегралу, маємо $\int_{e^{-2}}^{e^{0,5}} \pi_1(x)dx = -14{,}74243864$ – за позіномітальною квадратурною формулою, $S = \dfrac{h}{6}\left(y_0 + 4y_1 + y_2\right) = -27{,}64116884$ – за квадратурною формулою Сімпсона, точне значення $\int_{e^{-2}}^{e^{0,5}} \dfrac{\ln x}{x^2}dx = -8{,}2989$

Висновок. Якщо функція $y = f(x)$ є погано зумовленою $(1 + \alpha < 0)$, то позіноміальна квадратура має перевагу перед квадратурою Сімпсона.

3. Адаптивні квадратурні формули. Адаптивні квадратурні формули враховують рельєф зміни кривої підінтегральної функції на проміжках розбиття, щоб зменшити кількість обчислень значень функції і збільшити точність квадратурних формул на всьому проміжку інтегрування. Однією з таких адаптивних формул є формула на основі квадратурної формули Сімпсона:

$$S_h = \int_{x_0}^{x_2} (C_0 + C_1(x - x_1) + C_2(x - x_1)^2)dx = C_0 h + C_2 \left.\frac{(x - x_1)^3}{3}\right|_{x_0}^{x_2} = \qquad (3)$$

$$= \frac{h}{6}(y_0 + 4y_1 + y_2).$$

Обчислення проводиться на всьому проміжку з кроком h та на підінтевалах з кроком $\frac{h}{2}$, розбиваючи проміжок $[x_0;x_2]$ навпіл, дістанемо $S^{(1)}_{\frac{h}{2}} + S^{(2)}_{\frac{h}{2}} = S$, де точність формули S дорівнює $O(\frac{h^5}{16})$ [4]. Якщо $\frac{1}{10}\left|S^{(1)}_{\frac{h}{2}} + S^{(2)}_{\frac{h}{2}} - S_h\right| < \varepsilon$, де $S^{(1)}_{\frac{h}{2}}$ – значення квадратури Сімпсона на першому підінтервалі, а $S^{(2)}_{\frac{h}{2}}$ на другому, ε – задана похибка, то за наближене значення інтегралу приймається $\int\limits_{x_0}^{x_2} f(x) \approx S^{(1)}_{\frac{h}{2}} + S^{(2)}_{\frac{h}{2}}$ і процес продовжується.

Якщо умова не виконується, то підінтервали розбиваються навпіл, повторюють обчислення з похибкою $\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon}{2}$ і т.д. Метод може "провалитися", якщо існує такий вузький інтервал, на якому функція швидко змінюється [5].

4. Ермітова позиноміальна двоточкова інтерполяція $E_1(x) = \pi_1(x)$.

Нехай на проміжку $[x_0;x_1]$ виконана позиноміальна інтерполяція $\pi_1(x)$ і нехай підінтегральна функція $y = f(x)$ є неперервною разом з першою похідною. Позиноми Ерміта задамо у формі:

$$E_1(x) = A_0 + A_1(x-x_1)(x-x_0+1)^{\alpha} \tag{4}$$

Праметри A_0, A_1, α знайдемо з умови інтерполяції (x_0, y_0, y_0'), (x_1, y_1) на проміжку $[x_0, x_1]$, $x_1 = \frac{x_0 + x_2}{2}$:

$$A_0 = y_1,\ x = x_0 \Rightarrow A_1 = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0};$$

$$f'(x_0) = A_1(\alpha(x-x_0+1)^{\alpha-1}(x-x_1) + (x-x_0+1)^{\alpha})\Big|_{x_0} = A_1(\alpha(x_0-x_1)-1 \Rightarrow$$

$$1 - \frac{f'(x_0)}{A_1} = \alpha\frac{h}{2},$$

$$1 - \frac{1}{2}h\frac{f'(x_0)}{y_1 - y_0} = \frac{1}{2}h\cdot\alpha,\ \frac{h}{2} = x_1 - x_0,\ \alpha = \alpha^E.$$

Ермітів позином $E_1(x)$ і інтерполяційний позином вибираються за однаковою формою $E_1(x) = \pi_1(x) = A_0 + A_1(x-x_0+1)^{\alpha}(x-x_1)$, але інтерполяційний позином обчислюється з умови: задана сітка $(x_0, x_1 = x_0 + \frac{h}{2}, x_2 = x_0 + h)$ і значення функції у вузлах сітки $y_0 = f(x_0)$, $y_1 = f(x_1)$, $y = f(x_2)$. Ермітів позином будується з використанням двох вузлів $(x_0, x_1 = x_0 + \frac{h}{2})$ і значень $y_0 = f(x_0)$, $y_0' = f'(x_0)$, $y_1 = f(x_1)$. *Параметри інтерполяційного позинома:* $A_0^I = y_1$, $A_1^I = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$, $\alpha^I = \ln\frac{y_2 - y_1}{y_1 - y_0} / \ln(1+h).$

Параметри ермітового позинома:

$$A_0^E = y_1,\ A_1^E = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0},\ \alpha^E = (1 - \frac{1}{2}h\frac{f'(x_0)}{y_1 - y_0})/2, \tag{5}$$

отже $A_0^E = A_0^I$, $A_1^E = A_1^I$.

Якщо $\alpha^I \approx \alpha^E$, то крок h є прогнозованим і інтеграл обчислюється за формулою (2).

Теорема 2 . Якщо $f(x) \in C^1[a;b]$ і функція $y = f(x)$ інтерполюється позиномом $E_1(x)$ на сітці $\{x_0, x_1, x_2\}$, $x_1 = \frac{x_0 + x_2}{2}$, $x_0 < x_1 < x_2$, за даними $y_0 = f'(x_0)$, $y_1 = f(x_1)$, $y_1 \neq y_0$, то ермітів позином існує і єдиний.

Задамо деяку послідовність кроків, наприклад, $h^{(m)} = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, ..., \frac{1}{m}$. Якщо для деякого найбільшого значення $h_i \in (h^{(m)})$ виконується критерій $\alpha^I \approx \alpha^E$, то підінтервал $[a_k;b_k]$ приймається і обчислюється значення інтеграла за позиноміальною формулою (2) або формулою Сімпсона .

Виконаємо розбиття проміжка $[a_0;b_0]=[e^{-2};e^{0,5}]$, на якому функція $y=\dfrac{\ln x}{x^2}$ погано зумовлена. Результати обчислень наведені у табл.1.

Таблиця 1

h_k	a_k	$c_k=\dfrac{a_k+b_k}{2}$	b_k	$\alpha_k^{\,I}$	$\alpha_k^{\,E}$
1	0.135335283	0.892028276	1.648721271	-6.301877545	-17.17592347
2	0.135335283	0.513681779	0.892028276	-6.748364624	-16.26674426
3	0.135335283	0.324508531	0.513681779	-7.161531879	-15.19060588
4	0.135335283	0.229921907	0.324508531	-8.99804994	-14.211711
5	0.135335283	0.182628595	0.229921907	-10.19376503	-13.50367434
6	0.135335283	0.158981939	0.182628595	-11.13837407	-13.06776847

Висновок. Шість кроків достатньо, щоб розбити проміжок $[e^{-2};e^{0,5}]$, на якому функція змінює свою швидкість від $f'(e^{-2})=2017.143967$ до $f'(e^{0.5})=0$, на підінтервали, на яких можна застосувати позіноміальні квадратури.

Обгрунтуємо, що при $h\to 0$, $\alpha^I\to\alpha^E$. Має місце лема.

Лема. Якщо функція $y=f(x)\in C^m[a;b], m=3$ і $f'(x)\neq 0$, то

$$\lim_{h\to 0}\alpha^I=\lim_{h\to 0}\alpha^E=\frac{1}{2}\frac{y^{(2)}(c)}{y^{(1)}(c)}, \tag{5}$$

де $c=\dfrac{x_0+x_2}{2}$, $[x_0;x_2]\subset[a;b]$ $y^{(1)}(c)=\left.\dfrac{dy}{dx}\right|_{x=c}$, $y^{(2)}(c)=\left.\dfrac{d^2y}{dx^2}\right|_{x=c}$.

Доведення

$$\alpha_0^I=\lim_{h\to 0}\ln\frac{y_2-y_1}{y_1-y_0}/\ln(1+h)=\lim_{h\to 0}\ln\frac{y(c+\frac{h}{2})-y(c)}{y(c)-y(c-\frac{h}{2})}/h,\quad h=x_2-x_0.$$

Розкладемо вираз $\dfrac{y(c+\frac{h}{2})-y(c)}{y(c)-y(c-\frac{h}{2})}$ у відрізок ряду Тейлора в околі точки $x=c$:

$$\frac{y(c+\frac{h}{2})-y(c)}{y(c)-y(c-\frac{h}{2})}=\frac{y'(c)\frac{h}{2}+\frac{y''(c)}{2!}(\frac{h}{2})^2+\ldots+O_1(h^m)}{y'(c)\frac{h}{2}-\frac{y''(c)}{2!}(\frac{h}{2})^2+\ldots+O_2(h^m)}=1+\frac{y''(c)}{y'(c)}\frac{h}{2}+O_3(h^3)$$

і скористаємось розкладом функції $\ln(1+x)$ в околі точки $x=0$,

$\ln(1+\dfrac{y''(c)}{y'(c)}\dfrac{h}{2}+O_3(h^3))=\dfrac{y''(c)}{y'(c)}\cdot\dfrac{h}{2}+O_4(h^3)$. Звідси випливає істинність формули $\lim\limits_{h\to 0}\alpha^I=\dfrac{1}{2}\dfrac{y''(c)}{y'(c)}$.

Доведемо праву частину формули (6)

$$\lim_{h\to 0}\alpha^E=\lim_{h\to 0}(1-\frac{y'(x_0)}{y_1-y_0}\cdot\frac{h}{2})=\frac{2}{h}(1-\frac{y'(c)-\frac{y''(c)}{1!}\frac{h}{2}+\frac{y'''(c)}{2!}(\frac{h}{2})^2+O_1(h^3)}{y'(c)-\frac{y''(c)}{1!}(\frac{h}{2})+O_2(h^3)})=$$

$$=\frac{1}{2}\frac{y''(c)}{y'(c)}+O(h).$$

Звідси випливає істинність правої частини формули (6) при переході до границі при $h\to 0$. Доведення леми завершене.

5. Задача про рівновагу динамічної системи. Ступінь ризику (стійкості). В роботах [Морс, Том, Гілмор] поведінка k – параметричної сім'ї потенціальної функції $V(\vec{x},\vec{c})$, $\vec{x}\in R^n$ вектор координат, $\vec{c}\in R^k$ вектор параметрів може бути описана наступними формами [2]:

– якщо $\nabla V\neq 0$ в околі точки $(\vec{x}_0,\vec{c}_0)$, то поведінка функції V може бути описана з використанням теореми про існування неявної функції;

– якщо $\nabla V=0$, але $\det V_{ij}\neq 0$ (V_{ij} – матриця стійкості, матриця складена з других частинних похідних функції V у точці $(\vec{x}_0,\vec{c}_0)$), то функція може бути приведена до канонічної форми Морса ($V=\sum_{i=1}^{n}\lambda_i y_i^2$, λ_i – власні значення матриці стійкості V_{ij});

– якщо $\Delta V=0$ і $\det V_{ij}=0$, то використовується канонічна форма Тома ($V=CG(l)=\sum_{i=l+1}^{n}\lambda_i y_i^2$, $CG(l)$ – росток катастроф, визначений через l нульових власних значень $\lambda_1(\vec{c}_0)=...=\lambda_l(\vec{c}_0)=0$, $\vec{x}^{(0)}$ – вироджена критична точка).

У відповідності до цієї моделі стан рівноваги системи може бути стійким – локальний мінімум, нестійким – локальний максимум або сідлова точка (точка оптимальної стратегії економічної діяльності (мінімальні затрати – максимальний прибуток)). Виникає проблемна задача, як управляти динамічним процесом в умовах флуктації, щоб система весь час знаходилась в умовах стійкості. Тобто за дискретними значеннями спостережень (обчислень) деякої характеристики (сукупності характеристик) прогнозувати ступінь стійкості (або ступінь ризику до флуктацій). Ця задача є задачею як сьогодення так і на перспективу у зв’язку з новими технічними та технологічними конструкціями, матеріалами, новими структурами в області економіки [3]. Економічні процеси розглядаються, не як статичні структури, а як процеси розвитку, як свого роду еволюція [3]. Індустріальне суспільство проходить у своєму розвитку проходить через фози благополуччя і депресії (теорія Готфіда Хеберлера). Існують не лише випадки максимальної стійкості, досягнутої укріпленням економічних зв’язків, а й при укріпленні і посиленні економічних зв’язків можливі швидкі втрати стійкості, що є джерелом кризисних явищ і катастроф. Тобто умови стійкості без прогнозування і управління можуть привести в силу суспільно-політичних і природних флуктацій до різних стадій економічного розвитку [3]. Текстовий приклад математичної характеристики – функції $y=\ln x/x^2$ в околі критичної точки $x=e^{0,5}$ є прикладом того, як від вибраного напрямку (стратегії) можуть різко змінюватись поведінка функції. Це вимагає введення для таких погано зумовлених функцій ступеня швидкості зміни функції (показника степеня) при переході від одного проміжка спостереження даних до іншого (у загальному, не лише від значень параметрів, а й від обраного напрямку).

6. Позиноміальні інтерполяційні многочлени багатьох змінних. Ступінь ризику. Якщо параметрів управляння є більше одного і характеристика $f(\vec{x})$, $\vec{x}=(x_1,x_2,...,x_m)^T$, що описує процес є погано зумовленою в одному або в декількох напрямках в околі точки $\vec{x}_0$, то необхідно розвинути теорію інтерполяційних багатомісних позіномів.

Домустимо, що $f(\vec{x})$ задана на деякому прямокутному паралелепіпеді і погано зумовлена лише в одному напрямку по змінній x_1. Нехай інтерполяція виконується на сітці $(\vec{x}_0,\vec{x}_1,\vec{x}_2)$ за заданими значеннями $\vec{z}_i=f(\vec{x}_i)$, $i=0,1,2$, і, нехай функція монотонна по змінні x_1 у заданому напрямку. Виконаємо по змінній $x=x_1$ позіноміальну інтерполяцію для фіксованих значень параметрів $x_2,...,x_m$ на заданій сітці:

$$\pi^{(i)}(x_1,x_2^{(0)},...,x_m^{(0)})=A_0^{(i)}+A_1^{(i)}(x-x_1)(x-x_0+1)^{\alpha_i},\ i\in[1;3^{m-1}].$$

Оскільки функція $z=f(\vec{x})$ монотонна по змінній x_1 у заданому напрямку, то параметри $A_0^{(i)},A_1^{(i)},\alpha_i$ визначаються однозначно (теорема 1).

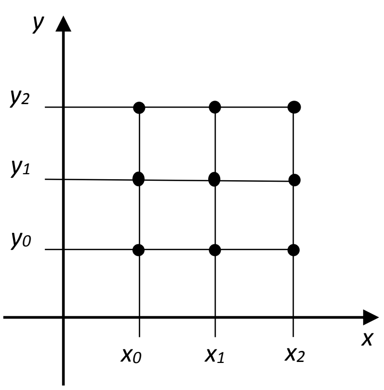


Рис. 2

Позначимо через L триточковий інтерполяційний оператор Лапласа, $L(\delta)=B_0+B_1(\delta-\delta_1)+B_2(\delta-\delta_1)(\delta-\delta_2)$ однієї змінної δ, що виконує інтерполяцію функції $\varphi(\delta)$ на сітці $\delta_0<\delta_1<\delta_2$ за даними $\varphi_0,\varphi_1,\varphi_2$:

$$B_0=\varphi_1,\ B_1=\frac{\varphi_2-\varphi_1}{\delta_2-\delta_1},\ B_2=\left(\frac{\varphi_2-\varphi_1}{\delta_2-\delta_1}-\frac{\varphi_1-\varphi_0}{\delta_1-\delta_0}\right)/(\delta_2-\delta_0).$$

Послідовно застосуємо оператор Лапласа для кожної змінної $x_2,...,x_m$. Пояснимо цей процес для сітки простору R^2 (рис. 2). Позначимо

$\pi^{(1)}(x,y_0)=\varphi_0$, $\pi^{(2)}(x,y_1)=\varphi_1$, $\pi^{(3)}(x,y_2)=\varphi_2$ і зшиємо позіноми $\pi^{(1)}$, $\pi^{(2)}$, $\pi^{(3)}$ по змінній y:

$\pi(x,y)=B_0+B_1(y-y_1)+B_2(y-y_1)(y-y_2)$ $B_0=\pi^{(0)}(x,y_0)=\varphi_0$,

$$B_1 = \frac{\pi^{(2)}(x,y_2) - \pi^{(1)}(x,y_1)}{y_2 - y_1} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{y_2 - y_1},$$

$$B_2 = \left(\frac{\pi^{(3)}(x,y_2) - \pi^{(2)}(x,y_1)}{y_2 - y_1} - \frac{\pi^{(2)}(x,y_1) - \pi^{(1)}(x,y_0)}{y_2 - y_0}\right) / (y_2 - y_0) =$$

$$= \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{y_2 - y_1} - \frac{\varphi_1 - \varphi_0}{y_1 - y_0}\right) / (y_2 - y_0)$$

Ступінь ризику – показник $\min(\alpha_i + 1 + 2)$, $i = 1,2,3.$ Таким чином, якщо ризик в основному залежить від одного параметра керування, то наявність іншого параметра, що не має ризику, демфує (сповільнює) ризик. Це відповідає теорії катастроф [2]. Проте, якщо зміна двох параметрів може визивати ризик, то загальна модель може підвищити ступінь наближення до катастрофи. У цьому випадку необхідно позіном $\pi(x,y)$ модифікувати. Нехай визначені позіноми $\pi^{(i)}(x, y_{i-1})$, $i = 1,2,3.$ Визначимо параметри $\beta^{(i)}$ позіномів від змінної y:

$$\Phi^{(i)}(y, x_{j-1}) = C_0^{(i)} + C_1^{(i)}(y - y_1) + C_2^{(i)}(y - y_1)(y - y_0 + 1)^{\beta_i}$$

Виберемо $\min(\beta_i + 1) = \beta_0$, $i = 1,2,3.$

Якщо $\beta_0 < 0$, тобто існує ризик по другій змінній, то оператор Лапласа модифікуємо:

$$\pi(x,y) = D_0 + D_1(y - y_1) + D_2(y - y_1)(y - y_2)(y - y_0 + 1)^{\beta_0},$$

$$D_0 = \varphi_1 = B_0, \; D_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{y_2 - y_1} = B_1, \; D_2(y_2 - y_0 + 1)^{\beta_0} = B_2.$$

Тоді ступінь ризику буде визначатись показником $\min(\alpha_i + \beta_0 + 3)$, $i = 1,2,3.$

Перехід до змінної x_3 є рекурентною (тензорною) операцією, виконаною за допомогою оператора Лапласа над позіномами $\pi^{(1)}(x,y)$, $\pi^{(2)}(x,y)$, $\pi^{(3)}(x,y)$.

Позіноміальна інтерполяція погано зумовленої функції багатьох змінних дозволяє обчислювати кратні інтеграли неперервних функцій на прямокутному паралелепіпеді. Загальний підсумок сформулюємо в теоремі.

Теорема 3. Якщо функція $z = f(x_1, ..., x_m)$, $m \geq 2$ неперервна на замкненому паралелепіпеді $D = \{\vec{x} : x_0^{(i)} \leq x_1^{(i)} \leq x_2^{(i)}, i = 1, ...m\}$ і погано зумовлена по одній змінній x_1, по якій вона монотонна (або по $l \leq m$ змінним, по яким вона монотонна), то інтерполяційний позіном $\pi(\vec{x})$ Лагранжевого типу на сітці з 3^m вузлами існує.

Для єдиності позінома багатьох змінних необхідно обмежити умови задання функції, що інтерполюється.

Список використаних джерел

1. Абрамчук В.С. Наближене інтегрування жорстких задач / В. С. Абрамчук, І. В. Абрамчук // Матиматичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. – Кам'янець-Подільський національний університет, 2012. – №7. – 292 с. / С. 3-17.
2. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. В 2-х книгах. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 350 с. (кн. 1).
3. Занг В. Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. Пер. с англ./ В. Б. Занг. – М.: Мир, 1999. – 335 с.
4. Мэтьюз Дж. Численные методы. Использование MATLAB. Пер. с англ. / Дж. Мэтьюз, Ф. Куртис. – М.: Вильямс, 2001. – 720 с.
5. Сухарев А. Г. Минимаксные алгоритмы в задачах численного анализа / А. Г. Сухарев. – М.: Наука, 1989. – 304 с.

Анотація. Абрамчук В.С., Абрамчук І.В., Петрук Д.О., Пугач О.С., Юзва А.П. Проблема прогнозування в задачах математичного моделювання.

У статті описаний двоточковий і триточковий метод позіноміальної інтерполяції для інтегрування погано зумовлених функцій, визначення ступення ризику. Розроблено теорію позіноміальної інтерполяції неперервних або дискретнх функцій. Обгрунтовано умови існування інтерполяційних позіномів. Продемонстровано застосовуваність позіноміальних многочленів. Знайшли умови існування Лагранжевого типу позіному на сітці 3^m*. Дійшли до висновку, що для єдності позінома багатьох змінних необхідно обмежити умови задання функції, що інтерполюється.*

Ключові слова: *позіном, інтерполяція, погано зумовлена функція, інтегрування, ступінь ризику, рівновага динамічної системи.*

Анотация. ***Абрамчук В.С., Абрамчук И.В., Петрук Д.О., Пугач Е.С., Юзва А.П. Проблема прогнозирования в задачах математического моделирования*.**

В статье описан двухточечный и трехточечный метод позиномиальной интерполяции для интегрирования плохо обусловленных функций, определения степени риска. Разработана теория позиномиальной интерполяции непрерывных или дискретнх функций. Обоснованно условия существования интерполяционных позиномов. Продемонстрировано применимость позиномиальних многочленов. Нашли условия существования Лагранжевого типа позинома на сетке 3^m. *Пришли к выводу, что для единства полинома многих переменных необходимо ограничить условия задания интерполированной функции.*

Ключевые слова: *Позином, интерполяция, плохо обусловлена функция, интегрирования, степень риска, равновесие динамической системы.*

Abstract. Abramchuk V.S., Abramchuk I.V., Petruk D.O., Puhach O.S., Yuzva A.P. The problem of forecasting in tasks of mathematical modeling.

This article describes the two-point and three-point interpolation method for integrating pozinomialnoy ill-conditioned function, determine the degree of risk. The theory of interpolation of continuous or pozinomialnoy diskretnh functions. Reasonably conditions for the existence of interpolation pozinomov. It demonstrated the applicability pozinomialnih polynomials. They found the conditions of existence of Lagrangian type pozinoma on the grid. Concluded that the unity of a polynomial in several variables necessary to limit the terms of the job interpolated function.

Keywords: *pozinom, interpolation, function poorly conditioned, integration, integration risk, balance of dynamical system.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Батуро В.Я. Применение прикладных задач при изучении математики учащимися технического колледжа // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 17-21 .

Batura V. Application of applied tasks when studying mathematics by pupils of technical college // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 17-21.

УДК 372.851

В.Я. Батуро
Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка, Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ УЧАЩИМИСЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

Постановка проблемы. Согласно Образовательному стандарту учебного предмета “Математика”, изучение данного учебного предмета предусматривает реализацию нескольких задач, среди которых:

- сформировать у учащихся систему математических знаний, умений и навыков, необходимых в повседневной жизни, будущей профессиональной деятельности и для продолжения образования;
- развить специальные математические умения, интуицию, пространственные представления, навыки обоснованной и доказательной деятельности и умения использовать их для решения задач математики, задач других учебных предметов, практических задач [1].

Как показывает практика, в колледж приходят ребята с низким уровнем математической подготовки и отсутствием интереса к изучению математики. Однако учащиеся уже определились со своей будущей профессией. Поэтому эффективным средством для решения выше перечисленных задач являются прикладные задачи, которые демонстрируют непосредственное применение знаний из области математики для решения практических задач в профессиональной деятельности.

Анализ актуальных исследований. Прикладная направленность обучения математике предполагает ориентацию его содержания и методов на тесную связь с жизнью, основами других наук, на подготовку учащихся к использованию математических знаний в будущей профессиональной деятельности.

Проблема прикладной направленности обучения математике не является новой. Теоретическое обоснование эта проблема получила в работах Н.Я. Виленкина, Г.В. Дорофеева, А.Н. Колмогорова, Ю.М. Колягина, Н.А. Терешина, С.И. Шварцбурга и др. Отдельные аспекты этой проблемы освещены в диссертационных исследованиях Л.Ю. Бегениной, И.И. Зубовой, Е.В. Сухоруковой, Н.А. Тарасовой и др. Математики и методисты в своих работах предлагают различные трактовки понятий «прикладная направленность», «практическая направленность». К примеру, Н.А. Терешин под прикладной направленностью к обучению математике понимает ориентацию содержания и методов обучения на применение математики для решения задач, возникающих вне математики [2]. По-мнению Г.В. Дорофеева, прикладная направленность в обучении математике – это ориентация содержания и методов обучения на применение математики в технике и смежных науках; в профессиональной деятельности; в народном хозяйстве и в быту [3].

Учеными предложены различные пути и методические средства реализации прикладной направленности обучения математике. Это могут быть устные сообщения обучаемым о практических областях применения математического аппарата; лабораторные работы производственного характера; использование эскизов и чертежей деталей, инструментов и т.п.; применение наглядных средств обучения (производственно-технического материала, соответствующей документации и пр.);

самостоятельное выполнение студентами расчетных работ; написание рефератов, докладов, изготовление технологических схем, таблиц, плакатов; работы со справочной и технической литературой и др.

В качестве основного средства реализации прикладной направленности целесообразно использовать математические задачи и их конструкции (Г.И. Саранцев, Т.А. Иванова, В.И. Крупич, М.И. Зайкин, И.Ф. Шарыгин и др.) Задачи с практическим содержанием способствуют раскрытию многообразия применения математики в жизни.

В методической и учебной литературе понятие «прикладной задачи» трактуется по-разному:

- прикладной называют задачу, требующую перевода с естественного языка на математический;
- прикладная задача должна быть по своей постановке и методам решения более близкой к задачам, возникающим на практике;
- под прикладной задачей понимается сюжетная задача, сформулированная, как правило, в виде задачи-проблемы и удовлетворяющая следующим требованиям: 1) вопрос должен быть поставлен в таком виде, в каком он обычно ставится на практике (решение имеет практическую значимость); 2) искомые и данные величины (если они заданы) должны быть реальными, взятыми из практики;
- прикладная задача – это задача, поставленная вне математики и решаемая математическими средствами [4];
- когда в какой-нибудь области науки (не математики), техники или практической деятельности возникает задача, она не является математической по своему содержанию. Это задача физическая, биологическая, химическая, техническая и т. д. Когда же хотят такую задачу решать математическими средствами, ее называют прикладной (по отношению к математике) [5].

В своих трудах И.М. Шапиро выделяет следующие разновидности задач с практическим содержанием:

1) на вычисление значений величин, встречающихся в практической деятельности;
2) на составление расчетных таблиц;
3) на построение простейших номограмм[1];
4) на применение и обоснование эмпирических формул;
5) на вывод формул зависимостей, встречающихся на практике [6, с.7].

Задачи первого вида – это задачи, решение которых сводится к вычислению числового значения алгебраического выражения. При решении задач второго вида учащимся необходимо сообщить математическое правило, на основании которого таблица должна быть составлена. Номограммы применяются для выполнения практических расчетов, поэтому целесообразно рассматривать и задачи третьего вида. Эмпирические формулы находят применение в практической деятельности. Они не являются результатом строгого математического вывода, но их пригодность для практических целей подтверждается опытом. Представляет интерес поиск истоков подобных формул, их обоснование с использованием теоретических знаний. Решение задач на вывод формул зависимостей, встречающихся на практике, – работа творческая. Успешное решение таких задач возможно лишь при наличии четкого представления о производственном процессе, о явлении, которое предстоит описать на языке математики.

Часто уроки математики не дают убедительного ответа на вопрос «зачем все это нужно?» Необходимо на понятном для учащихся языке показывать взаимосвязи содержания математики с окружающим миром, с профессиональной деятельностью, с производством, с повседневной жизнью.

Цель статьи. Описание методики применения прикладных задач на уроках математики при обучении учащихся технического колледжа.

Изложение основного материала. В колледж поступают учащиеся с разным уровнем подготовки, и чаще всего этот уровень очень низкий. У ребят слабо сформирована база математических знаний, умений и навыков. И чтобы изучить программный материал и решить задачи, сформулированные в Образовательном стандарте и Концепции учебного предмета «Математика», следует повысить мотивацию к изучению данного предмета. А этого можно достичь, лишь показав учащимся конкретные ситуации в избранной ими профессии, где используется математика. В этом случае эффективным является решение прикладных задач.

В своей практике мы придерживаемся определения понятия прикладной задачи, которое предложил И. М. Шапиро. Под задачей прикладного характера мы понимаем задачу, фабула которой

[1] Номограмма (греч. νομοσ — закон) — графическое представление функции от нескольких переменных, позволяющее с помощью простых геометрических операций (например, прикладывания линейки) исследовать функциональные зависимости без вычислений

раскрывает приложения математики в смежных учебных дисциплинах, знакомит с ее использованием в организации, технологии и экономике современного производства, в сфере обслуживания, в быту, при выполнении трудовых операций [6, с.5].

Обучение математике в технических колледжах в соответствии с Методическими рекомендациями «О преподавании учебного предмета (учебной дисциплины) «Математика» в 2015/2016 учебном году в учреждениях профессионально-технического и среднего специального образования» осуществляется по школьным учебникам, анализ которых выявил низкое содержание задач прикладного характера. Поэтому преподавателю следует самому подбирать такие задачи. При выборе задач мы ориентируемся на требования, которые предъявляются к человеку той или иной профессии, на виды деятельности, которыми ему предстоит овладеть. Помимо этого, задачи должны удовлетворять следующим требованиям:

- задачи должны соответствовать программе курса, вводиться в процесс обучения как необходимый компонент, служить достижению цели обучения;
- вводимые в задачу понятия, термины должны быть доступными для учащихся, содержание и требование задачи должны «сближаться с реальной действительностью»;
- способы и методы решения задачи должны быть приближены к практическим приемам и методам;
- прикладная часть задачи не должна покрывать ее математическую сущность;
- текст задачи должен отражать реализацию межцикловых и межпредметных связей.

С учетом особенностей изучаемого материала, уровня подготовленности учащихся преподаватель определяет, с какой целью используется та или иная задача. Задачи с практическим содержанием можно использовать для решения следующих дидактических целей:

- мотивация введения новых математических понятий и методов;
- иллюстрация учебного материала;
- закрепление и углубление знаний по предмету;
- формирование практических умений и навыков.

Решение всех задач проходит в четыре этапа.

1. **Анализ условия задачи (з**адача формулируется на описательном языке).
2. **Построение математической модели задачи (п**еревод исходной задачи на математический язык).
3. **Решение математической модели задачи (е**сли задача известная, то она решается по соответствующему ей алгоритму; если задача никогда не решалась, то осуществляется поиск необходимого алгоритма).
4. Интерпретация решения (это перевод решения задачи на исходный язык).

В таблице 1 представлены примеры прикладных задач с указанием тем и специальностей, для которых они могут быть использованы.

Таблица 1

Прикладные задачи

Тема	***Специальность***	***Задачи***
Цилиндр	*Садово-парковое строительство*	Какое количество удобрения вмещает бочка цилиндрической формы высотой 5,3 м с радиусом основания 2 м?
	Общественное питание	Одна кружка вдвое выше другой, зато другая в полтора раза шире. Какая кружка вместительнее [7, с. 150]?
	Технология производства швейных изделий	Сколько меха понадобится для обшивки валика цилиндрической формы высотой 32 см с радиусом основания 5 см?
	Техническое обеспечение сельскохозяйственных работ	Какое количество солярки вмещает цилиндрическая цистерна диаметра 18 м и высотой 7 м?
Конус	*Садово-парковое строительство*	Сколько песка понадобится для возведения клумбы «Альпийская горка» конической формы, радиус основания которой 2 м, а образующая 2,5 м?
	Общественное питание	Стаканчик для мороженого конической формы имеет глубину 12 см и диаметр верхней части 5 см. На него сверху положили две ложки мороженого в виде

Тема	*Специальность*	*Задачи*
		полушарий диаметром 5 см. Переполнит ли мороженое стаканчик, если растает [8, с. 168]?
	Технология производства швейных изделий	Сколько материала потребуется для пошива колпака конической формы, радиус основания которого 10 см, а образующая 30 см?
	Техническое обеспечение сельскохозяйственных работ	Крыша силосной башни имеет форму конуса. Высота крыши 2 м, диаметр башни 6 м. Найдите поверхность крыши [9, с. 131].
Сфера. Шар	*Садово-парковое строительство*	Сколько кубометров земли потребуется для устройства клумбы, имеющей форму шара с радиусом 5 м?
	Общественное питание	Какой объем теста понадобится для выпечки 100 шарообразных пончиков радиусом 2 см?
	Технология производства швейных изделий	Сколько потребуется материала для обшивки светильника в форме шара радиусом 24 см?
	Техническое обеспечение сельскохозяйственных работ	Чугунный шар регулятора имеет массу 10 кг. Найдите диаметр шара (ρ чугуна 7,2 г/см^3) [9. с. 129].
Применение производной	*Садово-парковое строительство*	Нужно сделать коробку без крышки для рассады помидоров с прямоугольным основанием и объемом V, отношение сторон основания которой было бы равно k. Определите, какими должны быть размеры коробки, чтобы ее поверхность была наименьшей, учитывая, что $k=1$, $V=48$.
	Общественное питание	Бак цилиндрической формы должен вмещать V литров березового сока. Определите, какими должны быть размеры такого бака, чтобы его поверхность без крышки была наименьшей, учитывая, что боковая поверхность цилиндра $S_{бок}$ и его объем V определяются формулами $S_{\text{бок}} = 2\pi rh$ и $V = \pi r^2$, где r – радиус основания цилиндра, а h – его высота.
	Технология производства швейных изделий	Есть 200 м атласной ленты для обшивки прямоугольного полотенца. Определите размеры этого полотенца наибольшей площади.
	Техническое обеспечение сельскохозяйственных работ	Для ограждения прямоугольного участка под посадку картофеля закупили 400 м проволочной сетки. Определите размеры участка, чтоб его площадь была наибольшей.

Рекомендуем перед изучением учебного материала по математике проанализировать, в каких ситуациях в профессиональной деятельности учащихся может пригодиться данный материал, и составить соответствующую систему задач с практическим содержанием.

Выводы. Систематическое использование прикладных задач на уроках математики позволяет связывать теорию с практической деятельностью, что способствует более глубокому освоению профессии, развитию интереса к математике, ориентирует учащихся на более высокий уровень ее изучения.

Список использованных источников

1. Адукацыйны стандарт вучэбнага прадмета «Матэматыка» (зацверджаны Пастановай Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь ад 29.05.2009 №32).
2. Темербекова, А. А. Методика обучения математике: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Темербекова, И. В. Чугунова, Г. А. Байгонакова. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2013. – 365 с.
3. Дорофеев Г.В. Применение производных при решении задач в школьном курсе математики // Математики в школе. – 1995. – № 5. – С. 12–15.
4. Терешин, Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики: Кн.для учащихся / Н.А.Терешин. – М: Просвещение, 1990. – 96 с.
5. Столяр, А.А. Педагогика математики: Учебное пособие / А.А. Столяр. – Минск: Высшая школа, 1986. – 414 с.

6. Шапиро, И. М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1990. – 96 с.: ил.
7. Смирнова, И. М. Геометрия. 10—11 класс: учеб. для учащихся общеобразоват. учреждений (базовый и профильный уровни) / И. М. Смирнова, В. А. Смирнов. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: Мнемозина, 2008. – 288 с.: ил.
8. Геометрия: Учеб. для 10-11 кл. сред. шк./ Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев и др. – М.: Просвещение, 1992. – 207 с.: ил.
9. Погорелов, А. В. Геометрия. 10-11 классы: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и профил. уровни / А. В. Погорелов. – 13-е изд. – М.: Просвещение, 2014. – 175 с.: ил.

Анотація. Батура В.Я. Застосування прикладних задач при вивченні математики учнями технічного коледжу.

У статті зроблено аналіз різних трактувань понять «прикладна спрямованість» і «прикладна задача», описані різновиди завдань з практичним змістом, розглянуто методику застосування прикладних задач при вивченні математики учнями технічного коледжу, наведені приклади прикладних задач по деяких темах для певних професій.

Ключові слова: *прикладна спрямованість, прикладна задача.*

Аннотация. Батуро В.Я. Применение прикладных задач при изучении математики учащимися технического колледжа.

В статье сделан анализ различных трактовок понятий «прикладная направленность» и «прикладная задача», описаны разновидности задач с практическим содержанием, рассмотрена методика применения прикладных задач при изучении математики учащимися технического колледжа, приведены примеры прикладных задач по некоторым темам для определенных профессий.

Ключевые слова: *прикладная направленность, прикладная задача.*

Abstract. Batura V.J. Application of applied tasks when studying mathematics by pupils of technical college.

In article the analysis of various treatments of the concepts "applied orientation" and "applied task" is made, kinds of tasks with practical contents are described, the technique of application of applied tasks when studying mathematics by pupils of technical college is considered, examples of applied tasks of some subjects for certain professions are given.

Keywords: *applied orientation, applied task.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Безуглий Д.С. Технологія створення електронного підручника із вбудованими інтерактивними аплетами // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 23-28.

Bezugly D.S. Technology of creation of electronic textbook with embedded interactive applets // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 23-28.

УДК 378.14: 46:[004.78:51]

Д.С. Безуглий
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПІДРУЧНИКА ІЗ ВБУДОВАНИМИ ІНТЕРАКТИВНИМИ АПЛЕТАМИ

Постановка проблеми. З розвитком інформаційних технологій та їх активним впровадженням в освітню сферу змінилися підходи до підручника як основного засобу представлення дидактичного матеріалу. Разом з друкованими підручниками активно стали використовуватися електронні, які за час своєї модернізації пройшли етапи від простого текстового документа до структурованої системи, що включає в себе різні способи подачі навчального матеріалу (текст, аудіо, відео, графіка, анімація, аплети).

Аналіз актуальних досліджень. Виходячи із науково-педагогічних досліджень, електронні підручники тримають курс на те, щоб значною мірою підвищити якість навчального матеріалу – він стає більш цікавішим в міру своєї яскравості, динамічності, інтерактивності, що стає додатковим стимулом для того, хто навчається.

Багато дослідників розуміють під електронним підручником просто електронну версію друкованого видання. Разом з тим наукові підходи у визначенні терміна «електронний підручник» говорять про нетотожність електронних версій друкованих видань підручників і ЕП як сучасного освітнього якісного продукту [13].

Так О. М. Баликіна вкладає в поняття електронний підручник наступний зміст. Електронний підручник (ЕП) – це електронна навчальна система комплексного призначення, що забезпечує безперервність і повноту дидактичного циклу процесу навчання і дає можливість у діалоговому режимі, як правило, самостійно освоїти навчальний курс або його розділ за допомогою комп’ютера та будується за модульним принципом із відкритою архітектурою [7].

Основною рисою ЕП повинна бути інтерактивність, яка дозволяє суттєво змінити способи управління навчальною діяльністю студентів, залучити їх до активної роботи, спрямувати на самостійне оволодіння знаннями. Так С. А. Раков [9] виділяє наступні класи ЕП: 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).

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, або можливість організації навчального експерименту в так званій «віртуальній лабораторії».

Отже, інтерактивний ЕП – це ЕП найвищого рівня.

На думку В.Вуль [6] інтерактивна взаємодія між студентом та елементами підручника є його головною перевагою. Рівні прояву інтерактивності змінюються від низького і помірного при пересуванні за посиланнями до високого при тестуванні або особистій участі студента у експерименті чи моделюванні процесів.

Аналіз діяльності провідних університетів показав, що вони активно використовують у своїй освітній діяльності сучасні електронні ресурси, серед яких ЕП, з метою організації дистанційного, електронного та інших видів навчання. Розробка авторських курсів ведеться в рамках роботи самих університетів, наприклад, на основі платформи MOODLE [8] або платформах з власними модернізаціями і нововведеннями [12].

Аналіз інтернет-ресурсів показав, що більшість ЕП, які розміщені в мережі – це електронні підручники створені самими учителями або викладачами з допомогою учнів чи студентів. При цьому вони побудовані на основі HTML-верстки з використанням таблиць стилів та різноманітних скриптів. Пояснюємо це бажанням сучасного педагога не замінити друкований підручник, а доповнити його, додавши елементів інтерактивності, що призводить до кращого засвоєння навчального матеріалу [1, 15].

Мета статті. Метою статті є обґрунтування доцільності використання вбудованих інтерактивних аплетів у структурі ЕП, а також опис технології створення такого ЕП на прикладі спецкурсу «Застосування комп'ютера при вивченні математики», який вивчають студенти четвертого курсу спеціальності «Математика*» у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка [10].

Виклад основного матеріалу. Загальна структура побудови ЕП наведена на рис. 1.

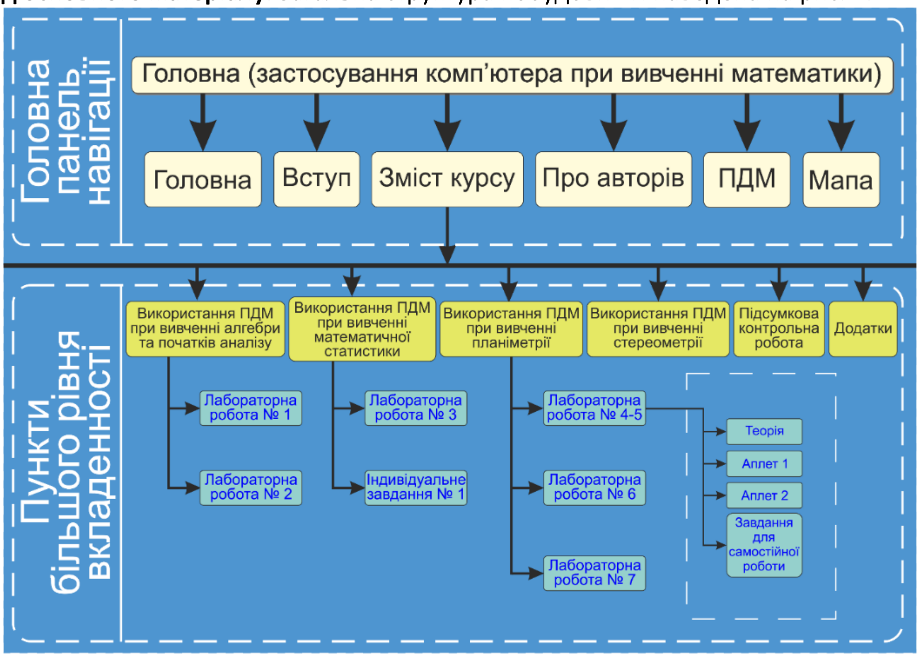


Рис. 1. Структура електронного підручника

Процес створення даного ЕП автор проходить на три етапи.

1. Пошук шаблону веб-сторінки, який би задовольняв вимоги автора з точки зору естетики та дизайну та відповідав психологічним і дидактичним вимогам, що ставляться перед контентами такого типу.

2. Перетворення знайденого шаблону та «підгонка» його до вимог та вподобань авторів і розробника.

3. Наповнення шаблону змістом (текст, таблиці, рисунки, інтерактивні додатки, відео тощо).

Для розробки підручника автор зупинився на програмному забезпеченні *Adobe Dreamweaver* та на текстовому редакторі *Notepad++*. Продукт від *Adobe* зручний тим, що під час розробки HTML-розмітки можна «ріал-тайм» бачити зміни, які були внесені до документу (рис. 2).

Основні недоліки програмного забезпечення *Adobe Dreamweaver* полягають в наступному:

- даний програмний засіб є платним і для повноцінного користування всіма його можливостями необхідно придбати ліцензію;
- програма є дуже ресурсовимогливою;
- деякі незручності також трапляються під час редагування різних елементів підручника, таких як таблиці стилів та скрипти, окрім HTML-розмітки.

Текстовий редактор *Notepad++* буде актуальний для тих, хто має досвід розробки веб-сторінок, адже в такий спосіб видно тільки вихідний код майбутньої сторінки. Проте даний редактор має переваги через наявну опцію підсвічування синтаксису (можна легко бачити теги) (рис. 3).

Крім html-редактора або звичайного текстового, для створення підручника додатково використовувалися програми для роботи з растровою і векторною графікою, програми динамічної математики для створення аплетів [4, 5] і підтримки інтерактивності освітнього ресурсу [14].

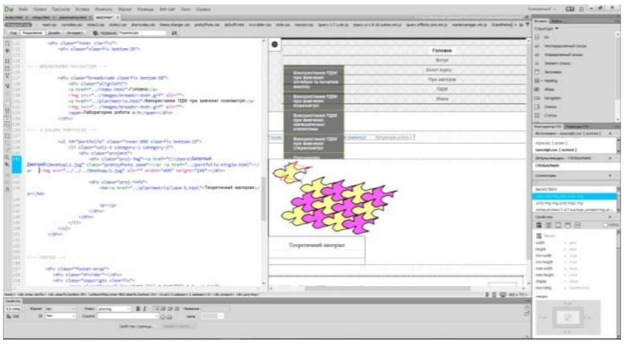


Рис. 2. Фрагмент розробки ЕП у Adobe Dreamweaver

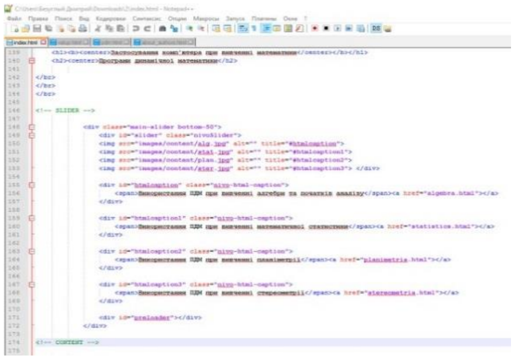


Рис. 3. Фрагмент розробки ЕП у текстовому редакторі Notepad++

Головна сторінка створеного ЕП представлена на рис. 4. Переміщення по розділам підручника можливе за допомогою горизонтального меню у верхній частини сторінки або за допомогою кнопок, які встановлені на його сторінках, а також пунктів меню, що розкриваються (рис. 5).

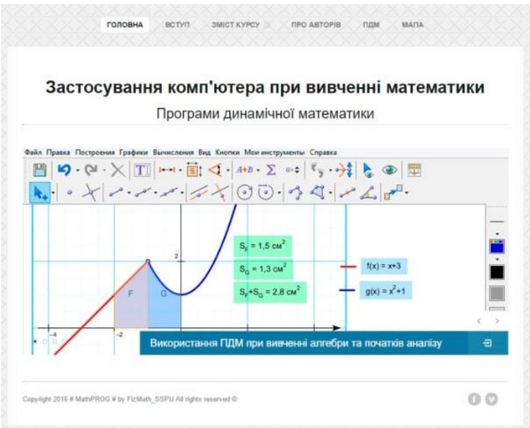


Рис. 4. Головна сторінка ЕП

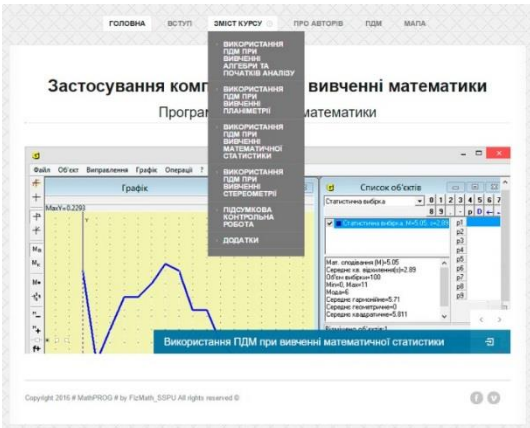


Рис. 5. Демонстрація переміщення по розділами ЕП

Створений підручник має зручний, простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (рис.6). Також він побудований за модульним принципом і вміщує у собі текстову частину, графіку та інтерактивний блок, який містить динамічні аплети, створені на базі програми динамічної математики *GeoGebra* [11] (рис.7). Зміст матеріалу ЕП не дублює матеріал, поданий у друкованому виданні – він його доповнює.

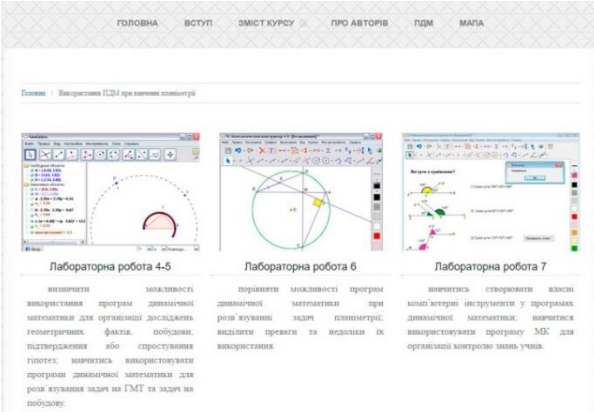


Рис. 6. Структура розділу ЕП *Рис. 7. Структура лабораторної роботи ЕП*

Так кожен розділ містить по декілька лабораторних робіт, в яких передбачені теоретичний блок та практична частина. Теоретичний блок (де це можливо і доцільно) містить аплети із вказівками, що забезпечує високий рівень інтерактивності (рис. 8).

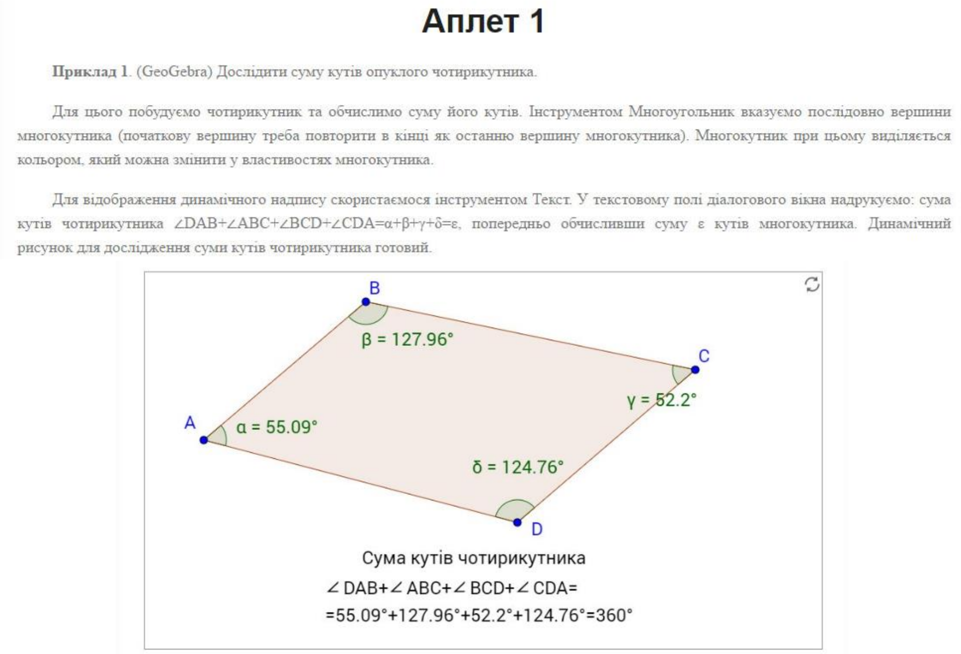


Рис. 8. Приклад сторінки ЕП з динамічним аплетом

Вставка інтерактивних аплетів в ЕП не представляє великої складності. Якщо веб-сторінку з аплетом вже згенеровано, то потрібно скопіювати її код (рис. 9) і вставити в код потрібної сторінки ЕП.

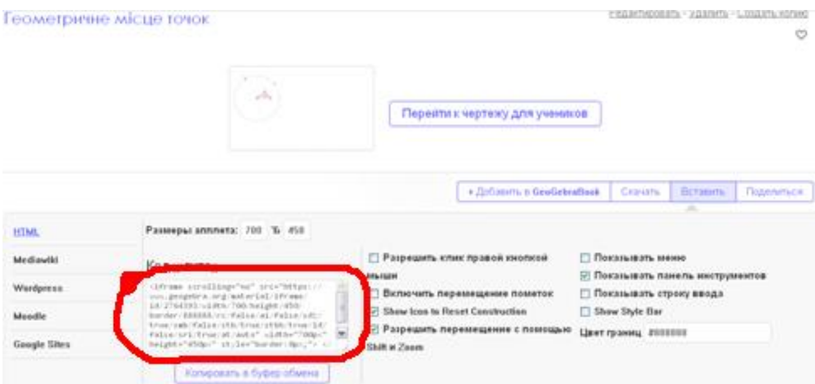


Рис. 9. Код сторінки згенерованого аплета

Практичні завдання кожної лабораторної роботи розроблені у кількості 12 варіантів. До того ж для виконання завдань із використанням тієї чи іншої програми динамічної математики ці програми підвантажуються через гіперпосилання (рис. 10).

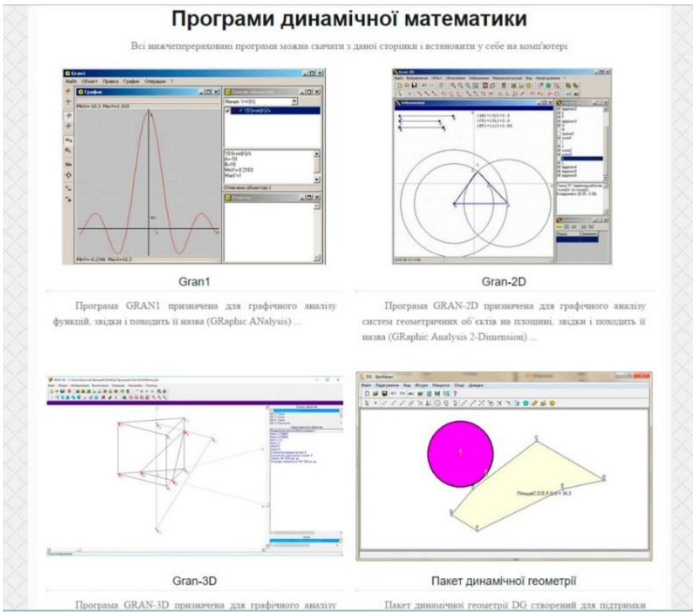


Рис. 10. Перехід до програм динамічної математики в ЕП

Висновки. Специфіка спецкурсу «Застосування комп'ютера при вивченні математики» у вивченні програм динамічної математики. Ідея динамізації червоною стрічкою проходить через весь курс. Тому звичайного друкованого підручника недостатньо, наприклад, для самостійного вивчення деяких тем курсу. На допомогу в цьому питанні приходить ЕП, але обов'язково з високим рівнем інтерактивності для можливості організації навчального експерименту безпосередньо в рамках підручника. Такий рівень інтерактивності реалізується за рахунок вбудовування в нього динамічних аплетів, які сгенеровані на базі програм динамічної математики.

Використання ЕП із вбудованими аплетами дозволяє вивести навчання на якісно новий рівень: організація безпосереднього експерименту у інтерактивному режимі для побудови гіпотез чи підтвердження певного факту сприяє більш ґрунтовному засвоєнню навчального матеріалу, підвищує зацікавленість у навчанні і демонструє шляхи використання ІТ у незвичному для традиційного подання матеріалу ключі [2, 3].

Список використаних джерел

1. Olena V. Semenikhina, Vladimir G. Shamonya, Olga N. Udovychenko, Artem A. Yurchenko. Electronic Textbook in the Context of Educational Trends and Modern Internet Technologies // Zhurnal ministerstva narodnogo prosveshcheniya, 2014. – Vol.(2), № 2. – Pp. 99-107. – Режим доступу до журн. :http://ejournal18.com/journals_n/1420450397.pdf
2. Безуглий Д. Візуалізація як сучасна стратегія навчання // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2014. – No 1 (2). – С. 5-11.
3. Безуглий Д. Прийоми візуального подання навчальної інформації // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2014. – No 2 (3). – С. 7-15.
4. Безуглий Д. С. Створення інтерактивних аплетів у програмі GeoGebra як засіб візуалізації математичних знань / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця» (НПК-2015), м. Суми, 2-3 грудня 2015 р. – Суми : ВВП «Мрія», 2015. – Том 1. – С.134-136.
5. Безуглий Д. С. Створення інтерактивних аплетів у програмі The Geometer's Sketchpad як засобів візуалізації математичних знань / Д. С. Безуглий // Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Інформаційні технології: теорія, інновації, практика». – 15-18 грудня 2015 р. – Полтава. – 2015. – С. 15-18.
6. Вуль В. А. Электронные издания / В. А. Вуль. – СПб.:ВХВ Петербург, 2013. – 308 с.
7. Зимина О. В. Печатные и электронные учебные издания в современном высшем образовании: теория, методика, практика / О. В. Зимина. – М.: МЭН, 2013. – 335с.
8. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.npu.edu.ua/.
9. Раков С. А. Математична освіта: компетентісний підхід з використанням ІКТ: Монографія / С. А. Раков. – Х.: Факт, 2005. – 360 с.

10. Семеніхіна О. В. Застосування комп'ютерів при вивченні математики. Програми динамічної математики: навчальний посібник / О. В Семеніхіна, М. Г. Друшляк. – Суми: ВВП «Мрія», 2016. – 144с.
11. Семеніхіна О. В. Інтерактивні аплети як засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань та особливості їх розробки у GeoGebra / О. В. Семеніхіна, М. Г. Друшляк, Д. С. Безуглий // Комп'ютер в школі і сім'ї. – 2016. – № 1. – С. 27-30.
12. Сумський державний університет: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://sumdu.edu.ua/.
13. Удовиченко О. Н. Электронный учебник как современное средство обучения: анализ определений / О. Н. Удовиченко // Вестник ТулГУ. Серия. Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. – 2013. – Вып. 12. – С. 197-202.
14. Юрченко А., Удовиченко О. З досвіду створення електронного підручника як засобу підтримки навчального процесу / Удовиченко О., Юрченко А. // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2014. – № 1 (2). – С. 27-32.
15. Юрченко А.О. Електронні підручники: аналіз тенденцій / О.М. Удовиченко, А.О. Юрченко // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс - 2014» : матеріали Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції (20-21 березня 2014 р., м. Суми): У 3-х частинах. Частина 3 / упорядник Чашечникова О.С. – Суми : видавничо-виробниче підприємство «Мрія» ТОВ, 2014. – С. 58-60.

Анотація. Безуглий Д.С. Технологія створення електронного підручника із вбудованими інтерактивними аплетами.

В статті розглянуто технологію створення електронного підручника з високим рівнем інтерактивності, який реалізується за рахунок вбудовування інтерактивних аплетів, згенерованих на базі програм динамічної математики. Дана технологія ілюструється на прикладі створеного електронного підручника на підтримку вивчення спецкурсу «Застосування комп'ютера при вивченні математики».

Ключові слова: *електронний підручник, інтерактивний аплет, програми динамічної математики, GeoGebra.*

Аннотация. Безуглый Д.С. Технология создания электронного учебника со встроенными интерактивными апплетами.

В статье рассморена технология образования электронного ученика с высоким уровнем интерактивности, который реализуется за сет встроеных интерактивных апплетов на базе программ динамической математики. Данная технология проилюстрирована на примере електронного ученика в піддержку изучения спецкурса «Использование комп'ютера при изучении математики».

Ключевые слова: *электронный учебник, интерактивный апплет, программы динамической математики, GeoGebra.*

Abstract. Bezugly D.S. Technology of creation of electronic textbook with embedded interactive applets.

The article describes the technology of creation of the electronic textbook with a high level of interactivity, which is implemented by embedding of interactive applets. These applets are created on the basis of dynamic mathematics software, particularly software GeoGebra, which is the best suited for creating of applets. Three stages of creation of the electronic textbook are described. Two software for creating electronic textbooks in the form of html-page: html-editor AdobeDreamweaver and text editor NotePad++, are described. The advantages and disadvantages of these software are analyzed. In addition to html-editor or text-editor software for program for work with raster and vector graphics, dynamic mathematics program for creating applets and support interactivity of the educational resource, are used. The finished tutorial is a multi-page hypertext document, which contains to every laboratory work theoretical material with examples, in the form of applets, and in the form of conventional static sketches, practical exercises, and a dynamic mathematics software. Practical tasks of each laboratory work were developed in number of variants 12.

The specifics of the special course "Application of computer in the study of mathematics" is in the study of dynamic mathematics software. This electronic textbook has a high level of interactivity, which is implemented with embedded applets in order to allow the organization of educational experiments designed in the framework of the textbook. The use of the electronic textbook with the built-in applets allows to take learning to a new level: the organization of direct experiment in an interactive mode to build hypotheses or confirmation of a particular fact contributes to a more thorough assimilation of educational material, increases the interest in learning and demonstrating ways of using information technology in an unusual traditional ideas.

Keywords: *electronic textbook, interactive applet, dynamic mathematics software, GeoGebra.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Близнюк М.М. Інформаційні технології в навчанні прикладному та декоративному мистецтву // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 29-34.

Blyzniuk M.M. Information technology in teaching of applied and decorative art // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 29-34.

УДК 37.035.3:372.874

М.М. Близнюк
Косівський інститут прикладного та декоративного мистецтва
Львівської національної академії мистецтв, Україна

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАННІ ПРИКЛАДНОМУ ТА ДЕКОРАТИВНОМУ МИСТЕЦТВУ

Постановка проблеми. XXI століття ставить перед державою, суспільством і вищою школою принципове завдання - створення сучасної індустрії освіти. У зв'язку із цим різко загострилася актуальність проблем якості підготовки фахівця на всіх її етапах за кардинально новими науково-педагогічними положеннями. У фокусі освіти виявилася методологічна підготовка студента (випускника) з кожної дисципліни й насамперед - з профілюючих. Особливого значення починають набувати не тільки міцність і глибина, але й затребуваність фундаменту, на якому вибудовується професійна підготовка. Забезпечення фундаментальної підготовки створює рівні можливості для «навчання через все життя», сприяє творчому розвитку й самореалізації особистості.

Розбудова української державності, інтеграція в європейську та світову спільноту, відмова від тоталітарних методів управління країною і побудова демократичного суспільства передбачають орієнтацію на людину, націю, на пріоритети національної культури, що й визначає основні напрями модернізації освітньої галузі. Універсальність національної культури як феномену, що інтегрує досягнення українського народу та має особливості гармонійного саморозвитку, вимагає такої соціокультурної організації суспільства, яка б сприяла системному духовно-культурному розвиткові кожної особистості. Національна культура, маючи високий виховний і освітній потенціал, виступає потужним чинником гармонійного розвитку людини, її соціалізації, індивідуалізації, етнокультурної ідентифікації особистості. Сама ж людина стає не лише творцем культури, а й водночас її творінням.

Серед найважливіших науково-технічних і соціально-економічних проблем сьогодні особливо актуальними є проблеми інформатизації – створення системи ефективного забезпечення своєчасними, вірогідними і вичерпними відомостями і даними всіх суспільно значимих видів людської діяльності, умов для оперативного, ґрунтовного і всестороннього аналізу досліджуваних процесів і явищ, прогнозування їх розвитку, передбачення наслідків приймaних рішень. Їх вирішення невіддільне від вирішення проблем інформатизації системи освіти, яка з одного боку відображає досягнутий рівень науково-технічного і соціально-економічного розвитку суспільства і залежить від нього, а з іншого – суттєво його обумовлює. Разом з тим постають на перший погляд несумісні з інформатизацією та широким використанням всеможливих технічних засобів проблеми гуманітаризації освіти і гуманізації навчального процесу і суспільних відносин взагалі [1, с.8-9].

Аналіз актуальних досліджень. Підготовці фахівців до професійної діяльності в умовах інформаційного суспільства, підвищенню якості освіти за рахунок використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) присвячено багато досліджень. Накопичено значний досвід використання нових інформаційних технологій у навчальному процесі, який висвітлено в працях В.Ю. Бикова, В.Г. Болтянського, В.П. Беспалька, А.Ф. Верланя, М.З. Грузмана, А.М. Гуржія, А.П. Єршова, М.І. Жалдака, Ю.О. Дорошенка, В.М. Монахова, Н.В. Морзе, Ю.А. Первіна, С.А. Ракова, Ю.С. Рамського, В.Г. Розумовського, І.Ф. Следзинського, С.І. Шварцбурда та ін. Психологічні аспекти проблем інформатизації навчального процесу досліджувались в роботах П.Я. Гальперіна, В.П. Зінченка, Ю.І. Машбиця, В.В. Рубцова, Н.Ф. Тализіної, І.М. Яглома. У загальнотеоретичному осмисленні проблем, значну роль відіграють які мають місце в науковому дослідженні, автор опирається на концептуальні дослідження українських та зарубіжних вчених в галузі мистецтвознавства О.Я. Боднара, О.М. Голубця, М.Р. Селівачова, М.Є. Станкевича, О.Г. Соломченка, Б.О. Рибакова, Ю.П. Лащука, Р.Т. Шмагало, І.В. Голода, М.І. Яковлєва та інших.

Одним із найбільше діючих чинників, що негативно впливають на практичне розв’язання аналізованої проблеми, є недостатній рівень розвитку методичних систем навчання різних дисциплін засобами інформаційних технологій студентів етнодизайнерських спеціальностей – майбутніх випускників вищих навчальних закладів прикладного та декоративного мистецтва І-ІІІ рівня акредитації. Під методичною системою навчання ми розуміємо структуру, компонентами якої є цілі, зміст, методи, форми та засоби навчання, якій притаманна специфіка, що виявляється в процесі розкриття сенсу змісту та виявлення взаємозв'язків між компонентами системи (Пишкало А.М.) [2].

Теоретична й практична значущість істотного поліпшення методичної системи навчання інформаційних технологій настільки велика, що набуває статусу окремої наукової проблеми. Різноманітні аспекти її розв’язання знайшли свій відбиток у працях Н.В. Апатової, А.П. Єршова, В.Г. Житомирського, М.І. Жалдака, В.М. Заварикіна, Л.А. Карташової, Е.І. Кузнєцова, М.С. Корця, В.В. Лапінського, М.П. Лапчика, Ю.І. Машбиця, Ю.С. Рамського, В.В. Щеннікова, М.І. Шкіля, М.І. Яковлєва та ін.

Аналіз наукових досліджень та професійної діяльності фахівців-художників у галузі етнодизайну показує, що рівень їх готовності до використання ІКТ залежить від системи навчання: методологічних основ створення систем навчання; змісту, засобів, форм і методів навчання; матеріального забезпечення навчального процесу; компетентності викладачів фахових дисциплін у галузі ІКТ. Модернізація системи навчання шляхом перетворення навчального середовища на засадах технологічності, широкого застосування ІКТ як засобів навчання й об’єктів вивчення, створення системи навчання, метою впровадження якої вбачається формування готовності студентів етнодизайнерських спеціальностей до використання інформаційних технологій є вкрай актуальними і невідкладними на сьогодні.

Мета статті. Здійснити ретроспективно-сутнісний аналіз наукових досліджень проблеми навчання інформаційних технологій студентів етнодизайнерських спеціальностей, обґрунтувати організаційно-методичні умови використання інформаційно-комунікаційних технологій студентами етнодизайнерських спеціальностей у вищих навчальних закладах прикладного та декоративного мистецтва.

Виклад основного матеріалу. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в діяльності фахівців різного профілю, здійснення оперативної комунікації між ними, використання інформаційних ресурсів для реалізації інтелектуального потенціалу суспільства характеризують рівень інформатизації сучасного суспільства. Інформатизація стосується всіх напрямів розвитку суспільства, спричинює необхідність підвищення рівня володіння засобами ІКТ як окремою людиною, так і групами фахівців, спрямована на створення оптимальних умов для задоволення інформаційних потреб на основі формування і використання інформаційних ресурсів [3].

Сьогоднішній стан підготовки фахівців мистецьких спеціальностей художнього напрямку, і декоративно-прикладного спрямування зокрема, викликає необхідність використання інформаційних (інформаційно-комунікаційних) технологій у процесі навчання (підготовки) кваліфікованого фахівця. У багатьох вищих навчальних закладах вводяться дисципліни з використанням професіонально-орієнтованих прикладних програм як факультативи. Однак пануючу в цей час підготовку фахівців, орієнтовану винятково на систему дисциплінарних знань, не можна визнати задовільною. В процесі навчання студентів мистецького профілю необхідно сформувати базу знань широко ерудованого студента, який володіє науковою методологією пошуку й досліджень, у майбутньому мобільного фахівця, здатного виконувати науково-виробничі завдання різних рівнів складності.

Інформатизація сучасного суспільства призвела до зміни характеру професійної діяльності на основі впровадження в неї нових інформаційних технологій (НІТ), в зв'язку з чим змінився підхід до підготовки спеціаліста в різних сферах професійної діяльності. Слід зазначити, що останнім часом спостерігаються певні перетворення і в сфері художньо-проектної діяльності, пов'язані як з активною інтеграцією НІТ в сформовану структуру професійної діяльності дизайнера, так і з появою нових видів дизайну, обумовлених сучасним рівнем розвитку НІТ, таких, як дизайн інтерфейсу, web-дизайн та ін. Зміни в структурі професійної діяльності дизайнерів відповідно породжують певні нові вимоги до системи професійної освіти в галузі дизайну.

У сучасному взаємопов'язаному та взаємозалежному світі, в умовах посиленої глобалізації всіх сфер соціальної дійсності і розв'язуваних у них проблем є нагальна потреба у розвитку, становленні та формуванні багатовимірної людини з поліфонічним мисленням. У зв'язку з чим вчені (напр. Р.Пол) відзначають, що великорозмірний світ не може бути освоєний людьми з монологічним типом мислення, що зростаюче число проблем з увагою на їх полімодальний характер вимагає відповідного міждисциплінарного аналізу та синтезу. При їх розв'язуванні необхідний пошук консенсусу між різними альтернативними позиціями і образами мислення.

Між тим результати аналізу стану мистецької освіти, проведеного нами, показують, що стан справ в системі освіти в галузі художньо-проектної творчості (сфера дизайну й декоративно-прикладного мистецтва) сьогодні є далеким від досконалості. З одного боку, програми підготовки фахівців у традиційних навчальних закладах художнього напрямку і в системі професійної освіти прикладного та декоративного мистецтва орієнтовані на сформовані стереотипи практичної діяльності. З іншого боку, з'являються і діють на ринку дизайнерських послуг організації, які відчувають гостру потребу в кваліфікованих фахівцях. Тому зараз надзвичайно актуальні пошуки інноваційних шляхів ефективного розв'язання цих проблем. Все більш активне проникнення в сферу художньо-проектної діяльності інформаційно-інформаційно-комунікаційних технологій, поява нових галузей дизайну потребує перегляду стану дизайн-освіти та професійної освіти в галузі прикладного та декоративного мистецтва. Особливо гостро постає питання пошуку нових концептуальних підходів до використання інформаційних технологій в дизайн-освіті, створення відповідних вимогам часу технологій навчання навчальних дисциплін, нових змісту, засобів, методів, прийомів і форм навчання. У цих умовах перед професійною освітою за спеціальностями «Дизайн» та «Декоративно-прикладне мистецтво» гостро стоїть завдання підготовки фахівців до професійної діяльності з використанням інформаційних технологій.

Перспективним шляхом розв'язання розглядуваних проблем є впровадження в навчальний процес інформаційно-комунікаційних технологій навчального і професійного призначення, що базуються на системному підході та диференціації навчання. Масштаби та ефективність використання комп'ютерної техніки та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій зумовлюють високі вимоги до інформатичної культури фахівців, від чого залежить науково-технічний і економічний потенціал держави. Саме тому інформатична культура розглядається зараз як необхідний атрибут освіти спеціаліста будь-якого профілю й основи її необхідно формувати під час навчання в різноманітних навчальних закладах. Деякі підходи до розв'язання розглядуваних проблем запропоновано в дисертаційному дослідженні автора “Формування основ інформаційної культури у студентів вищих навчальних закладів прикладного та декоративного мистецтва” [4].

Провідними завданнями створення і функціонування ІТ-орієнтованої системи навчання інформаційних технологій мають стати: актуалізація свідомого оволодіння засобами ІКТ студентами, формування готовності студентів до застосування ІКТ у майбутній професійній діяльності і самовдосконалення знань у галузі ІКТ [5].

Результати аналізу суперечностей між вимогами інформаційного суспільства та наявним рівнем підготовленості студентів етнодизайнерських спеціальностей до застосування ІКТ свідчать про необхідність перебудови системи їхнього навчання у вишах художнього напрямку, надання ознак технологічності в розумінні обов'язковості досягнення наперед запланованого результату — готовності до застосування ІКТ у майбутній професійній діяльності та з метою самовдосконалення.

Діалектичний зв'язок між застосовуванням ІКТ у навчанні студентів етнодизайнерських спеціальностей та рівнем відповідності результатів їхнього навчання запитам суспільства може розглядатись як системотвірний чинник системи навчання інформаційних технологій. Метою впровадження системи навчання інформаційних технологій у навчально-виховний процес закладів художнього напрямку є формування системи ІКТ-компетентностей студентів етнодизайнерських спеціальностей як важливої складової професійної готовності. Система навчання інформаційних технологій відрізняється від систем, розроблених і описаних раніше, що передбачає: інтенсивне застосування засобів і методів ІКТ як об'єктів вивчення, так і засобів навчання; органічне поєднання групових і мережних організаційних форм навчальної діяльності студентів.

Формування готовності студентів до застосування інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній професійній діяльності та з метою самовдосконалення (ІТ-готовності) за системою навчання інформаційних технологій має три напрями: використання ІКТ як об'єкту навчання, засобу навчання та засобу навчально-пошукової професійно орієнтованої діяльності. Використання ІКТ як об'єкта вивчення передбачається в процесі навчання дисциплін «Інформатика», «Основи комп'ютерної графіки» (І освітньо-кваліфікаційний рівень) та «Комп'ютерне проектування» (ІІ і ІІІ освітньо-кваліфікаційні рівні). Використання ІКТ як засобів навчання передбачає їх застосування викладачами ВНЗ художнього напрямку в процесі навчання як ІКТ, так і професійно-орієнтованих дисциплін, що вимагає розроблення підсистеми системи навчання інформаційних технологій, призначеної для підвищення кваліфікації викладачів. Використання ІКТ як засобів діяльності передбачає їх застосування в діяльності як викладачів, так і студентів з метою формування практичних навичок. У системі навчання інформаційних технологій рівень знань та попередньої підготовки студента в галузі ІКТ розглядається як сигнальний параметр, тому перебіг процесу навчання для кожного студента залежить від темпу засвоєння ним навчального матеріалу, який, у свою чергу, визначається особистісними характеристиками самого студента.

Запропонована система навчання інформаційних технологій є особистісно зорієнтованою - процес навчання здійснюється в такому темпі, який буде доступним кожному студентові. Система навчання ІКТ характеризується поєднанням педагогічного управління з ініціативою та самостійністю студентів. Викладач спрямовує навчально-пізнавальну діяльність студентів, одночасно стимулюючи їхню самостійну роботу, впровадження системи навчання інформаційних технологій, спрямовану на розвиток особистості, зокрема на забезпечення активності студентів у навчальному процесі, на їх саморозвиток, сприяє їх гармонійному розвитку та дає змогу ефективно сформувати належні знання та вміння з ІКТ у студентів - майбутніх фахівців у галузі етнодизайну з різним рівнем здібностей і попередньої підготовки. Згідно з системою навчання інформаційних технологій студенти набувають знань шляхом власних відкриттів; формують свої пізнавальні якості, розвивають продуктивність мислення, самостійно роблять узагальнення, набувають умінь та навичок практичного застосування ІКТ.

Застосування системи навчання інформаційних технологій забезпечить випереджальне навчання студентів, формування в них потреби безперервного саморозвитку, умінь та навичок самоосвіти, самостійного та творчого підходу до процесу набуття знань. Стан і тенденції розвитку соціуму дають можливість прогнозувати необхідність подальшою розвитку системи навчання інформаційних технологій, оскільки результати навчання мають відповідати соціальним, науковим і технологічним цілям, рівневі розвитку суспільства, внутрішнім цілям і потребам системи освіти.

Висновки. Проведений аналіз культурологічної, мистецтвознавчої, педагогічної літератури з проблем використання інформаційно-комунікаційних технологій у житті людини, професійної діяльності в галузі освіти показав, що період інформатизації суспільства в усіх розвинених країнах закономірно привів до формулювання нових вимог, що пред'являються до системи освіти і до принципів організації процесу трансляції культурно-історичного досвіду в спадкоємності поколінь.

У ході педагогічного аналізу можливостей застосування комп'ютерної графіки у професійній підготовці фахівців у галузі прикладного та декоративного мистецтва, з'ясовані основні теоретичні підходи до інтеграції ІКТ в сферу навчання у вищому навчальному закладі художнього напрямку. Перший з них стосується можливості інтегрального подання змісту предметного середовища, що створюється на основі використання комп'ютера і в якому органічно поєднуються конкретні структури знань (гуманітарних і природничих), повноцінно представляється зміст відповідних об'єктів засвоєння. Другий підхід пов'язаний з забезпеченням найбільш ефективних умов для формування узагальнених способів навчальної діяльності, що обумовлюють розвиток у студентів повноцінних форм рефлексивно-теоретичного мислення.

На основі цих підходів у дослідженні розроблена педагогічна модель інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій до процесу підготовки фахівців художньо-проектного напряму – майбутніх художників прикладного та декоративного мистецтва. Для реалізації моделі розроблені адекватні їй технології навчання та педагогічні умови використання комп'ютерної графіки, що представляють собою цілісну систему цільового, змістового, технологічного підходів, що забезпечує ефективність підготовки фахівців-дизайнерів в навчальних закладах прикладного та декоративного мистецтва.

У процесі дослідно-експериментальної діяльності на практиці підтверджено основні теоретичні положення дослідження і виявлено, що студенти експериментальної групи, які володіють навичками роботи з різними графічними пакетами і використовують засоби комп'ютерної графіки, мають більш стійким зростання професійних умінь і навичок.

На основі результатів дослідження можна дійти висновку, що можливе включення комп'ютерної графіки в структуру процесу навчання інших дисциплін професійного художнього циклу (ергономіка, історія мистецтв, дисципліни спеціалізації та ін.) з реалізацією відповідних технологій. Для цього доцільно створювати інтегровані курси комп'ютерної графіки за такою схемою (погоджуючись з окремими положеннями дисертації Гребеннікова К.А.) [6]:

- Визначення місця комп'ютерної графіки в структурі дисципліни в залежності від ієрархії цілей і завдань вивчення даної дисципліни.
- Вибір локальних цілей навчання під час використання комп'ютерної графіки.
- Поділ навчання на блоки з урахуванням локальних цілей навчання.
- Визначення змісту курсу, форм і методів навчання.
- Вибір програмних засобів на основі розроблених критеріїв.

- Розробка відповідних інструментально-алгоритмічних способів навчання.

Таким чином, аналіз результатів дослідно-експериментальної роботи доводить, що на основі технологічної реалізації моделі інтегрування інформаційно-комунікаційних технологій до процесу підготовки фахівців художньо-проектного профілю на основі розроблених науково-методичних підходів забезпечується можливість створювати реальні умови для успішної професійної підготовки фахівців в навчальних закладах прикладного та декоративного мистецтва та дизайну.

Подальшого **дослідження** потребують такі основні положення:

1. Концептуальна модель педагогічної інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій до процесу підготовки фахівців художньо-проектного профілю являє собою цілісну сукупність евристико-методологічних, сутнісно-категоріальних, загальнотеоретичних (в тому числі структурно-морфологічних), інструментально-методологічних і технолого-методологічних складових, між якими існує взаємозалежність, взаємозумовленість і взаємодоповнюваність. Це певною мірою дає можливість стверджувати, що сутність представленої моделі становить системний синергетизм - "гармонійне і своєрідне поєднання і взаємозв'язки всіх елементів системи" (Н.М.Таланчук) [7].

2. Педагогічна модель інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій до процесу підготовки фахівців художньо-проектного профілю і її практична реалізація в навчальних закладах прикладного та декоративного мистецтва за спеціальністю «Дизайн».

Список використаних джерел

1. Жалдак М.І. Проблеми інформатизації навчального процесу в середніх і вищих навчальних закладах // Комп'ютер в школі та сім'ї. – № 3. – 2013. – С. 8-15.
2. Пышкало А.М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе. Авторский доклад по монографии «Методика обучения геометрии в начальных классах», предст. на соиск. уч. степ. докт. пед. наук. – М., 1975.
3. Гужвенко Е.И. Координирующая модель методической системы обучения информатике и информационным технологиям. 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика, уровень высшего профессионального образования). Авт.-т дисс... докт. пед. наук: Учреждение РАО «Институт информатизации образования». – М., 2010. – 56с.
4. Близнюк М.М. Формування основ інформаційної культури у студентів вищих навчальних закладів прикладного та декоративного мистецтва / Автореф. дис. канд. пед. наук.: 13.00.02, Національний педагогічний університет ім. М.П.Драгоманова: Київ, 2001. – 20 с.
5. Карташова Л. А. Система навчання інформаційних технологій студентів гуманітарних спеціальностей у вищих педагогічних навчальних закладах. – На правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни).- Інститут педагогіки НАПН України. – Київ, 2011.
6. Гребенников К. А. Компьютерная графика как средство профессиональной подготовки специалистов-дизайнеров: на материалах среднего профессионального образования/ Диссертация канд. пед. наук: 13.00.08. – Воронеж, 2002. – 195 с.
7. Таланчук Н.М. Новое содержание общепедагогической подготовки педагогических кадров: Системно-синергетическая педагогическая теория: В 2 ч. – Ч. 1. – Казань: ИССО РАО, 1996. – 97 с.

Анотація. Близнюк М.М. Інформаційні технології в навчанні прикладному та декоративному мистецтву.

В даній статті описано найбільш доцільні напрями та форми інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій до процесу підготовки фахівців прикладного та декоративного мистецтва.

Виявлено основні тенденції інформатизації мистецької освіти: інформаційний ресурс стає суттєвим у розвитку мистецьких вузів художньо-проектного напрямку; оснащення вузів програмно-технічними і телекомунікаційними засобами; автоматизація управління навчальним процесом та професійною діяльністю фахівців художньо-проектного напрямку; інформатична підготовка майбутнього фахівця в галузі прикладного та декоративного мистецтва як цілеспрямований процес формування у студентів теоретичних основ і практичних навичок використання ІКТ для вирішення завдань художньо-професійної діяльності; розвиток інфраструктури, організація інформатичної підготовки майбутніх художників прикладного та декоративного мистецтва; встановлення єдиних стандартів подання та обміну повідомленнями у професійної діяльності художньо-проектного напрямку.

Показано, що в умовах вищого мистецького навчального закладу виникає завдання регламентації часу, відведеного на підготовку студентів до занять. Варіативне використання *комп'ютерного часу дозволяє виявити студентів, яким необхідний додатковий час для роботи із засобами ІКТ, провести ранжування студентів за виявленими знаннями та здібностями до роботи з ІКТ, виявити групи студентів, виходячи з їх підготовки з дисципліни і особистих здібностей.*

Ключові слова: *інформаційно-комунікаційні технології, прикладне та декоративне мистецтво, навчальний процес.*

Аннотация. Блызнюк Н.Н. Информационные технологии в преподавании декоративно-прикладного искусства.

В данной статье описаны наиболее оптимальные пути и формы интеграции информационно-коммуникационных технологий в процессе подготовки специалистов прикладного и декоративного искусства.

Основные тенденции информатизации художественного образования: информационный ресурс является важным для развития художественных вузов искусство и дизайн направление; оснащение / университеты программного обеспечения, вычислительной техники и телекоммуникации; автоматизация управления образовательным процессом и профессиональной деятельности специалистов художественно-дизайнерское направление; информатическая подготовка будущего специалиста в области декоративно-прикладного искусства как целенаправленного процесса формирования у студентов теоретических основ и практических навыков использования ИКТ для решения задач художественно-профессиональной деятельности; развитие инфраструктуры, организация информационной подготовки будущих художников декоративно-прикладного искусства; установление единых стандартов представления и обмена сообщениями деятельности в профессиональной художественно-конструкторское направление.

Показано, что в условиях высших художественных учебных заведений, возникает задача основное время, отведенное для подготовки студентов к занятиям. Эффективное использование машинного времени позволяет выявить студентов, нуждающихся в дополнительном времени для работы со средствами ИКТ, для проведения рейтинга студентов о выявленных знаний, умений и навыков работы с ИКТ, выявление групп учащихся с учетом их подготовки по данной дисциплине и личных навыков.

Ключевые слова: *информационные и коммуникационные технологии, декоративно-прикладного искусства, образовательный процесс.*

Abstract. Blyzniuk M.M. Information technology in teaching of applied and decorative art.

This article describes the best ways and forms of integration of information and communication technologies in the process of training of specialists of applied and decorative arts.

The main tendencies of informatisation in art education: an information resource is important for the development of the art institutes art and design direction; vehicle universities software, computing and telecommunications; automation of management of educational process and professional activity of specialists of artistic and design direction; informatics training of future specialist in the field of decorative-applied art as a purposeful process of formation at students the theoretical foundations and practical skills to use ICT for solving problems of artistic and professional activities; infrastructure development, organization of information preparation of future artists of decorative and applied arts; establishment of uniform standards for reporting and messaging activities in a professional artistic and design direction.

It is shown that in conditions of higher art educational institutions, the challenge is the main time allotted to prepare students for classes. The is efficient use of machine time allows us to identify students in need hidne additional time to work with the tools of ICT, to conduct the rating of students on the identified knowledge, skills, and knowledge of ICT, identifying groups of students based on their preparation in the discipline and personal skills.

Keywords: *information and communication technology, applied and decorative art, educational process.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Василенко Я.П. Застосування апроксимаційно-ітеративного методу до розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, заданих неявно // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 35-47.

Vasylenko Y.P. Application approximal-iterative method to the solution of ordinary differential equations defined implicitly // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 35-47.

УДК 519.62

Я.П. Василенко
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ АПРОКСИМАЦІЙНО-ІТЕРАТИВНОГО МЕТОДУ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗВИЧАЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ, ЗАДАНИХ НЕЯВНО

Постановка проблеми. В роботах [1, 2, 3] В.К. Дзядиком був запропонований і теоретично обґрунтований апроксимаційно-ітеративний метод (АІ-метод) чисельно-аналітичного наближення розв'язків задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь виду

$$y' = f(x, y),\ y(x_0) = y_0,\ x \in [x_0, x_0 + h].$$

Досить часто в прикладних галузях виникає необхідність розв'язувати задачі Коші, в яких залежність похідної від розв'язку задається неявно. На даний час існують чисельні методи їх розв'язування [див., напр., 4]. У даній статті досліджуються особливості застосування АІ-методу для отримання наближеного аналітичного розв'язку задачі Коші

$$F(x, y, y') = 0, \tag{1}$$

$$y(x_0) = y_0,\ x \in [x_0, x_0 + h] \tag{2}$$

Як відомо із теорії звичайних диференціальних рівнянь [див., напр., 5], при виконанні наступних умов відносно функції $F(x, y, y')$ в околі точки $(x_0, y_0, y_0^{'})$, де $y_0^{'}$ — один із коренів рівняння $F(x_0, y_0, y_0^{'}) = 0$:

– $F(x, y, y')$ неперервна по x і неперервно-диференційована по y і $y^{'}$;

– її похідна по $y^{'}$ $\dfrac{\partial F}{\partial y^{'}}(x, y, y^{'}) \neq 0$,

в достатньо малому околі точки x_0 існує єдиний розв'язок $y = \varphi(x)$ задачі Коші (1), (2), для якого $\varphi(x_0) = y_0$.

Зауважимо, що вказані умови існування розв'язків задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь мають локальний характер.

Мета статті. У даній статті пропонується більш конкретний опис області існування розв'язків задачі (1), (2) (подібно до статті [6] для неявних функцій) і апроксимаційно-ітеративний алгоритм його знаходження. Наведено оцінки відхилень у випадках скінченої гладкості функції $F(x, y, y')$ та її аналітичності.

Виклад основного матеріалу.

Ітераційний процес Пікара. Нехай функція F володіє властивостями:

1) $F(x, y, y')$ задана в області $D = (x_0, y_0, y_0^{'}, h, a, b)$:

$$x_0 \le x \le x_0 + h, \left|y - y_0\right| \le a, \left|y' - y_0'\right| \le b;$$

2) $F(x_0, y_0, y_0') = 0$;

3) $F(x, y, y')$ має частинні похідні до порядку $r \ge 2$ включно, неперервні в області D;

4) $\dfrac{\partial F}{\partial y'} \ne 0$ в області D.

Вважаючи, що розв'язок задачі (1), який проходить через точку (x_0, y_0, y_0'), є відомим, продиференціюємо тотожність $F(x, y(x), y'(x)) = 0$ по x. В результаті отримаємо

$$F_x'(x, y(x), y'(x)) + F_y'(x, y(x), y'(x))y'(x) + F_{y'}'(x, y(x), y'(x))y''(x) \equiv 0.$$

Звідси будемо мати:

$$y'' = -\frac{F_x'(x, y(x), y'(x)) + F_y'(x, y(x), y'(x))y'(x)}{F_{y'}'(x, y(x), y'(x))}.$$

Шляхом інтегрування по відрізку $[x_0, x]\,(x_0 \le x \le x_0 + h)$ отримаємо:

$$y'(x) = y_0' - \int_{x_0}^{x} \frac{F_x'(\xi, y(\xi), y'(\xi)) + F_y'(\xi, y(\xi), y'(\xi))y'(\xi)}{F_{y'}'(\xi, y(\xi), y'(\xi))} d\xi, \tag{3}$$

$$y(x) = y_0 + y_0'(x - x_0) - \int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{\xi} \frac{F_x'(\eta, y(\eta), y'(\eta)) + F_y'(\eta, y(\eta), y'(\eta))y'(\eta)}{F_{y'}'(\eta, y(\eta), y'(\eta))} d\eta d\xi \tag{4}$$

Очевидно, що у випадку, коли y_0' є фіксованим коренем рівняння $F(x_0, y_0, y_0') = 0$, то задача Коші (1), (2) еквівалентна системі інтегральних рівнянь(3), (4).

Далі для компактності викладу введемо позначення:

$$p(x) := y'(x),$$

$$\psi(x, y(x), p(x)) := \frac{F_x'(x, y(x), p(x)) + F_y'(x, y(x), p(x))p(x)}{F_{y'}'(x, y(x), p(x))}$$

Теорема 1. Якщо функція F в рівнянні (1) володіє властивостями 1)–4), то існує єдиний розв'язок $y = \varphi(x)$ задачі (1), (2), визначений на сегменті $[x_0, x_0 + h_1]$, де $h_1 = \min\{h, \dfrac{a}{\left|y_0'\right| + \dfrac{Mh}{2}}, \dfrac{b}{M}\},\ M := \max_D \left|\psi(x, y, p)\right|$, такий що $\varphi'(x_0) = y_0'$. Крім того, $\varphi \in C^{r+1}_{[x_0, x_0 + h_1]}$.

Доведення. Згідно методу Пікара (див. напр., [7]) послідовні наближення до розв'язку $y(x)$ системи рівнянь (3), (4) (а, відповідно, і до розв'язку задачі (1), (2)) будуються за наступними ітеративними формулами:

$$y_0(x) \equiv y_0,\ p_0(x) \equiv y_0',$$

$$y_{\nu+1}(x) = y_0 + y_0'(x - x_0) - \int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{\xi} \psi(\eta, y_\nu(\eta), p_\nu(\eta)) d\eta d\xi \tag{5}$$

$$p_{\nu+1}(x) = p_0(x) - \int_{x_0}^{x} \psi(\xi, y_\nu(\xi), p_\nu(\xi)) d\xi,\ \nu = 0, 1, 2, \cdots$$

Для того щоб, перейти від ітерації $\nu + 1$ до ітерації $\nu + 2$, необхідно, щоб виконувалися нерівності:

$$\left|y - y_0\right| \le a, \left|y' - y_0'\right| \le b \tag{6}$$

Нерівності (6) будуть виконані, якщо поставити вимогу, щоб

$$\left| y_0'(x - x_0) - \int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{\xi} \psi(\eta, y_\nu(\eta), p_\nu(\eta)) d\eta d\xi \right| \le a,$$

$$\left|\int_{x_0}^{x}\psi(\xi, y_\nu(\xi), p_\nu(\xi))d\xi\right| \le b$$

або

$$|x-x_0|\cdot\left(|y_0^{'}|+\frac{Mh}{2}\right)\le a,\ |x-x_0|\cdot M\le b, \qquad (7)$$

де $M := \max_D |\psi(x,y,p)|$.

Для доведення збіжності методу Пікара і отримання оцінки відхилення нам буде зручно скористатися функцією

$$\delta_\nu(x) := |y_\nu(x)-y_{\nu-1}(x)|+|p_\nu(x)-p_{\nu-1}(x)|.$$

Якщо покласти $B := \max_D \left|\frac{F_y^{'}(x,y,p)}{F_{y'}^{'}(x,y,p)}\right|$ і позначити через A константу Ліпшиця для функції $\frac{F_x^{'}(x,y,p)}{F_{y'}^{'}(x,y,p)}$ по змінним y і p, то функція $\psi(x,y,p)$, буде задовольняти умову Ліпшиця по тим самим змінним з константою $A+B$, тобто

$$|\psi(x,y_1,p_1)-\psi(x,y_2,p_2)|\le (A+B)(|y_1-y_2|+|p_1-p_2|)$$

для довільних $y_1,\ y_2$ і $p_1,\ p_2$ із області D.

Зауважимо, що функція $\frac{F_x^{'}(x,y,p)}{F_{y'}^{'}(x,y,p)}$ задовольняє умову Ліпшиця в силу того, що $r\ge 2$ і $\frac{\partial F}{\partial y^{'}}\ne 0$ в області D.

Із (5) видно, що

$$\delta_{\nu+1}(x)\le (A+B)\left\{\int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{\xi}\delta_\nu(\eta)d\eta d\xi+\int_{x_0}^{x}\delta_\nu(\xi)d\xi\right\},\ \nu=1,2,\cdots,$$

$$\delta_1(x)\le\alpha|x-x_0|\cdot\left(1+\frac{h}{2}\right),$$

де $\alpha = C+B|y_0^{'}|,\ C := \max_D\left|\frac{F_x^{'}(x,y,p)}{F_{y'}^{'}(x,y,p)}\right|$.

Далі маємо

$$\delta_2(x)\le\alpha(A+B)\left(1+\frac{h}{2}\right)\left(\frac{|x-x_0|^3}{3!}+\frac{|x-x_0|^2}{2!}\right)\le\alpha(A+B)\frac{|x-x_0|^2}{2!}\left(1+\frac{h}{2}\right)^2,$$

$$\delta_3(x)\le\alpha(A+B)^2\left(1+\frac{h}{2}\right)^2\left(\frac{|x-x_0|^4}{4!}+\frac{|x-x_0|^3}{3!}\right)\le\alpha(A+B)^2\frac{|x-x_0|^3}{3!}\left(1+\frac{h}{2}\right)^3,$$

...

$$\delta_{\nu+1}(x)\le\alpha(A+B)^\nu\frac{|x-x_0|^{\nu+1}}{(\nu+1)!}\left(1+\frac{h}{2}\right)^{\nu+1}\le\alpha(A+B)^\nu\frac{h^{\nu+1}}{(\nu+1)!}\left(1+\frac{h}{2}\right)^{\nu+1}. \qquad (8)$$

Оскільки, в силу (7) ряди

$$y_0+\sum_{\nu=0}^{\infty}[y_{\nu+1}(x)-y_\nu(x)],\quad p_0+\sum_{\nu=0}^{\infty}[p_{\nu+1}(x)-p_\nu(x)]$$

сходяться рівномірно на $[x_0, x_0+h]$ (бо мажоруються збіжними числовими рядами), то їх суми

$$y(x)=y_0+\sum_{\nu=0}^{\infty}[y_{\nu+1}(x)-y_\nu(x)]=\lim_{\nu\to\infty}y_\nu(x),$$

$$p(x) = y_0 + \sum_{\nu=0}^{\infty}\left[p_{\nu+1}(x) - p_\nu(x)\right] = \lim_{\nu\to\infty} p_\nu(x)$$

є розв'язками інтегральних рівнянь (3), (4), причому неперервно-диференційованими на $[x_0, x_0 + h]$. Отримане $y(x)$ є розв'язком задачі Коші (1), (2).

Покажемо, що знайдені функції $y(x)$ і $p(x)$ будуть єдиними в класах неперервно-диференційованих та неперервних функцій відповідно. Для цього припустимо, що існують, крім того, ще функції $\overline{y}(x)$ і $\overline{p}(x)$, які теж задовольняють рівнянням (3), (4). Тоді

$$\left|y(x) - \overline{y}(x)\right| \le (A + B)\left\{\int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{\xi}\left(\left|y(\eta) - \overline{y}(\eta)\right| + \left|p(\eta) - \overline{p}(\eta)\right|\right)d\eta d\xi\right\},$$

$$\left|p(x) - \overline{p}(x)\right| \le (A + B)\left\{\int_{x_0}^{x}\left(\left|y(\xi) - \overline{y}(\xi)\right| + \left|p(\xi) - \overline{p}(\xi)\right|\right)d\xi\right\}.$$

Нехай ε — достатньо мале число, тоді отримаємо

$$\max_{|x-x_0|\le\varepsilon}\left|y(x) - \overline{y}(x)\right| \le (A+B)\cdot\Delta\cdot\frac{\varepsilon^2}{2}, \quad \max_{|x-x_0|\le\varepsilon}\left|p(x) - \overline{p}(x)\right| \le (A+B)\cdot\Delta\cdot\varepsilon,$$

де $\Delta := \max_{|x-x_0|\le\varepsilon}\left|y(x) - \overline{y}(x)\right| + \max_{|x-x_0|\le\varepsilon}\left|p(x) - \overline{p}(x)\right|$.

В результаті

$$\Delta \le \Delta(A+B)\varepsilon\left(1 + \frac{\varepsilon}{2}\right)$$

або

$$1 \le (A+B)\varepsilon\left(1 + \frac{h}{2}\right), \quad (\varepsilon \le h).$$

Але остання нерівність є неможливою, якщо взяти $\varepsilon < \dfrac{1}{(A+D)\left(1+\dfrac{h}{2}\right)}$.

Зауважимо, що умова, з якої знаходиться довжина h_1 відрізка існування розв'язку задачі Коші (1), (2), слідує із нерівностей (7).

Із єдиності функцій $y(x)$ і $p(x) = y'(x)$ слідує, що вони перетворюють рівняння (3), (4) в тотожності і, отже, $y(x)$ має похідні до $(r+1)$-го порядку включно, неперервні на $[x_0, x_0 + h_1]$.

Наслідок. Із (8) легко отримується наступна оцінка відхилення:

$$\left|y(x) - y_\nu(x)\right| + \left|p(x) - p_\nu(x)\right| \le \sum_{j=\nu}^{\infty}\delta_j(x) \le$$

$$\le \alpha(A+B)^\nu\frac{h^{\nu+1}}{(\nu+1)!}\left(1+\frac{h}{2}\right)^{\nu+1} \le \alpha(A+B)^\nu\frac{h^{\nu+1}}{(\nu+1)!}\left(1+\frac{h}{2}\right)^{\nu+1}\cdot e^q, \tag{9}$$

де $q := (A+B)h\cdot\left(1+\dfrac{h}{2}\right)$.

Апроксимаційно-ітеративний алгоритм. Слідуючи роботі [2], розглянемо інтерполяційний оператор

$$A_n^0(f^0;\xi) = \sum_{i-0}^{n} f^0(\xi_i)l_i^0(\xi),$$

заданий на відрізку $[-1,1]$, де для кожного n $-1 = \xi_0 < \xi_1 < \ldots < \xi_n = 1$ — екстремальні точки многочлена Чебишева 1-го роду $T_n(\xi) = \cos(\arccos\xi)$, $l_i^0(\xi)$ — фундаментальні многочлени Лагранжа по вузлах $\{\xi_i\}_{i=0}^{n}$. Пересадку оператора A_n^0 на сегмент $[x_0, x_0 + h]$, що нас цікавить, будемо здійснювати за формулами

$$\xi = -1 + \frac{2}{h}\left(x - x_0\right) : [x_0, x_0 + h] \to [-1,1],$$

$$f^0(\xi) = f^0\left(-1 + \frac{2}{h}\left(x - x_0\right)\right) = f(x), \;\; x \in [x_0, x_0 + h],$$

$$A_n^0(f^0;\xi) = \sum_{i-0}^{n} f^0(\xi_i) l_i^0(\xi) = \sum_{i-0}^{n} f(x_i) l_i(x) =: A_n(f;x).$$

де $x_i = x_0 + \frac{h}{2}\left(\xi_i + 1\right)$, $l_i(x) = l_i^0\left(-1 + \frac{h}{2}\left(x - x_0\right)\right)$. Звідси, зокрема, видно, що $\left\|A_n\right\| = \left\|A_n^0\right\|$.

Систему наближених значень $y_{\nu j} \approx y(x_j)$, $p_{\nu j} \approx p(x_j)$ для шуканих функцій $y(x)$ і $p(x)$ (розв'язків системи (3), (4)) в точках $x_j = x_j(n)$ побудуємо за наступними ітеративними формулами:

$$y_{0j} := y_0, \;\; p_{0j} := y_0^{'}, \;\; j = \overline{0,n},$$

$$y_{\nu 0} := y_0, \;\; p_{\nu 0} := y_0^{'}, \;\; \nu = 1, 2, \cdots,$$

$$y_{\nu j} = y_0 + y_0^{'}(x_j - x_0) - \frac{h^2}{4}\sum_{i=0}^{n}\frac{F_x^{'}(x_i, y_{\nu-1,i}, p_{\nu-1,i}) + F_y^{'}(x_i, y_{\nu-1,i}, p_{\nu-1,i})\, p_{\nu-1,i}}{F_{y'}^{'}(x_i, y_{\nu-1,i}, p_{\nu-1,i})} b_{ij}, \qquad (10)$$

$$p_{\nu j} = y_0^{'} - \frac{h}{2}\sum_{i=0}^{n}\frac{F_x^{'}(x_i, y_{\nu-1,i}, p_{\nu-1,i}) + F_y^{'}(x_i, y_{\nu-1,i}, p_{\nu-1,i})\, p_{\nu-1,i}}{F_{y'}^{'}(x_i, y_{\nu-1,i}, p_{\nu-1,i})} a_{ij},$$

де

$$a_{ij} = a_{ij}(n) = \int_{-1}^{\xi_j} l_i^0(\xi) d\xi, \;\; b_{ij} = b_{ij}(n) = -\left(a_{ij} \cdot \cos\frac{j\pi}{n} + \int_{-1}^{\xi_j} \xi \cdot l_i^0(\xi) d\xi\right). \qquad (11)$$

Зауважимо, що наведені в (10) числа є значеннями наступних поліномів (степенів $n+2$ і $n+1$ відповідно) в точках $x_j = x_j(n)$:

$$y_0(n;x) = y_0, \; p_0(n;x) \equiv y_0^{'},$$

$$y_\nu(n;x) = y_0 + y_0^{'}(x - x_0) - \int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{s} A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot);t) dt ds =$$

$$= y_0 + y_0^{'}(x - x_0) - \sum_{i=0}^{n} \psi_{\nu-1}(n;x_i) \int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{s} l_i(t) dt ds, \qquad (12)$$

$$p_\nu(n;x) = y_0^{'} - \int_{x_0}^{x} A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot);t) dt = y_0^{'} - \sum_{i=0}^{n} \psi_{\nu-1}(n;x_i) \int_{x_0}^{x} l_i(t) dt, \;\; \nu = 1, 2, \cdots,$$

де для скорочення позначено

$$\psi_\nu(n;x) := \psi(x, y_\nu(n;x), p_\nu(n;x)).$$

На основі (11), використовуючи заміну $t = x_0 + \frac{h}{2}\left(\xi + 1\right) \Leftrightarrow \;\; \xi = -1 + \frac{2}{h}\left(t - x_0\right)$, отримаємо наступні співвідношення:

$$\int_{-1}^{x_j} l_i(t) dt = \int_{-1}^{x_j} l_i^0\left(-1 + \frac{2}{h}\left(t - x_0\right)\right) dt = \frac{h}{2}\int_{-1}^{\xi_j} l_i^0(\xi) d\xi = \frac{h}{2} a_{ij},$$

$$\int_{x_0}^{x_j}\int_{x_0}^{s} l_i(t) dt ds = \int_{x_0}^{x_j} l_i(t) \int_{t}^{x_j} ds dt = \int_{x_0}^{x_j} l_i(t)(x_j - t) dt = \int_{x_0}^{x_j} l_i^0\left(-1 + \frac{2}{h}\left(t - x_0\right)\right)(x_j - t) dt = \qquad (14)$$

$$= \frac{h^2}{4}\int_{x_0}^{x_j} l_i^0\left(\xi\right)(\xi_j - \xi) d\xi = \frac{h^2}{4}\left(a_{ij} \cdot \xi_j - \int_{-1}^{\xi_j} \xi \cdot l_i^0(\xi) d\xi\right) = \frac{h^2}{4} b_{ij}$$

Зауважимо, що замість оператора A_n^0 можна використовувати інші підходящі суматорні оператори.

Явна формула для чисел a_{ij} отримана в роботі [2]. Вона має вигляд

$$a_{ij} = \frac{\varepsilon_i}{n}\left[1 - c_j + \frac{c_i}{2}\left(1 - c_{2j}\right) + \sum_{\nu=2}^{n} \varepsilon_\nu c_{i\nu}\left(\frac{c_{j(\nu-1)}}{\nu-1} - \frac{c_{j(\nu+1)}}{\nu+1} - \frac{2}{\nu^2-1}\right)\right],$$

де $\varepsilon_0 = \varepsilon_n = \dfrac{1}{2}, \ \varepsilon_i = 1, \ i = \overline{1, n-1}$ і $c_k := \cos\dfrac{k\pi}{n}$.

Для знаходження чисел b_{ij} обчислимо інтеграл $\int_{-1}^{\xi_j} \xi \cdot l_i^0(\xi) d\xi$, скориставшись співвідношеннями (див. [1]),

$$l_i^0(\xi) = \frac{\varepsilon_i}{n}\left[1 + 2\sum_{\nu=1}^{n}(-1)^\nu \cos\frac{\nu i\pi}{n} T_\nu(\xi) - (-1)^{n-i} T_n(\xi)\right],$$

$$\int_0^x T_\nu(\xi)d\xi = \frac{1}{2}\left[\frac{T_{\nu+1}(x)}{\nu+1} - \frac{T_{\nu-1}(x)}{\nu-1}\right] + \gamma_n, \ \nu = 2, 3, \cdots, \ \gamma_n = const,$$

$$T_n(x) = 2x \cdot T_{n-1}(x) - T_{n-2}(x), \ n = 2, 3, \cdots.$$

Отримаємо

$$\int_{-1}^{\xi_j} \xi \cdot l_i^0(\xi)d\xi = \frac{\varepsilon_i}{n}\int_{-1}^{\xi_j}\left[\xi + 2\sum_{\nu=1}^{n}(-1)^\nu \cos\frac{\nu i\pi}{n} \xi T_\nu(\xi) - (-1)^{n-i} \xi T_n(\xi)\right]d\xi =$$

$$= \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{2}\left(\cos^2\frac{j\pi}{n} - 1\right) + \sum_{\nu=1}^{n}(-1)^\nu \cos\frac{\nu i\pi}{n} \cdot \int_{-1}^{\xi_j}\left(T_{\nu-1}(\xi) + T_{\nu+1}(\xi)\right)d\xi\right\} -$$

$$- \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{(-1)^{n-i}\frac{1}{2}\int_{-1}^{\xi_j}\left(T_{n-1}(\xi) + T_{n+1}(\xi)\right)d\xi\right\} =$$

$$= \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{4}\left(\cos\frac{2j\pi}{n} - 1\right) - \cos\frac{i\pi}{n}\int_{-1}^{\xi_j}\left(T_0(\xi) + T_2(\xi)\right)d\xi + \cos\frac{2i\pi}{n}\int_{-1}^{\xi_j}\left(T_1(\xi) + T_3(\xi)\right)d\xi\right\} +$$

$$+ \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\sum_{\nu=3}^{n}(-1)^\nu \cos\frac{\nu i\pi}{n} \cdot \int_{-1}^{\xi_j}\left(T_{\nu-1}(\xi) + T_{\nu+1}(\xi)\right)d\xi - (-1)^{n-i}\frac{1}{2}\int_{-1}^{\xi_j}\left(T_{n-1}(\xi) + T_{n+1}(\xi)\right)d\xi\right\} =$$

$$= \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{4}\left(\cos\frac{2j\pi}{n} - 1\right) - \cos\frac{i\pi}{n}\left[\left(1 - \cos\frac{j\pi}{n}\right) + \frac{1}{2}\left(-\frac{1}{3}\cos\frac{3j\pi}{n} + \cos\frac{j\pi}{n} + \frac{1}{3} - 1\right)\right]\right\} +$$

$$+ \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\cos\frac{2i\pi}{n}\left[\frac{1}{4}\left(\cos\frac{2j\pi}{n} - 1\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\left(\cos\frac{4j\pi}{n} - 1\right) - \frac{1}{2}\left(\cos\frac{2j\pi}{n} - 1\right)\right)\right]\right\} +$$

$$+ \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\sum_{\nu=3}^{n}\frac{(-1)^\nu}{2}\cos\frac{\nu i\pi}{n}\left[\frac{1}{\nu+2}(-1)^{\nu+2}\left(\cos\frac{(\nu+2)j\pi}{n} - 1\right) - \frac{1}{\nu-2}(-1)^{\nu-2}\left(\cos\frac{(\nu-2)j\pi}{n} - 1\right)\right]\right\} -$$

$$- \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{(-1)^{n-i}}{4}\left[\frac{1}{n+2}(-1)^{n+2}\left(\cos\frac{(n+2)j\pi}{n} - 1\right) - \frac{1}{n-2}(-1)^{n-2}\left(\cos\frac{(n-2)j\pi}{n} - 1\right)\right]\right\} =$$

$$= \frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{4}\left(\cos\frac{2j\pi}{n} - 1\right) - \cos\frac{i\pi}{n}\left[\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\cos\frac{j\pi}{n} - \frac{1}{6}\cos\frac{3j\pi}{n}\right] + \frac{1}{8}\cos\frac{2i\pi}{n}\left[\cos\frac{4j\pi}{n} - 1\right]\right\} +$$

$$+\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{2}\sum_{\nu=3}^{n}\cos\frac{\nu i\pi}{n}\left[\frac{\cos\frac{(\nu+2)j\pi}{n}}{\nu+2}-\frac{\cos\frac{(\nu-2)j\pi}{n}}{\nu-2}+\frac{4}{\nu^2-4}\right]\right\}-$$

$$-\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{(-1)^i}{4}\left[(-1)^j\left(\frac{\cos\frac{2j\pi}{n}}{n+2}-\frac{\cos\frac{2j\pi}{n}}{n-2}\right)+\frac{4}{n^2-4}\right]\right\}=$$

$$=\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{4}\left(\cos\frac{2j\pi}{n}-1\right)-\cos\frac{i\pi}{n}\left[\frac{2}{3}-\frac{1}{2}\cos\frac{j\pi}{n}-\frac{1}{6}\cos\frac{3j\pi}{n}\right]+\frac{1}{8}\cos\frac{2i\pi}{n}\left[\cos\frac{4j\pi}{n}-1\right]\right\}+$$

$$+\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{2}\sum_{\nu=3}^{n}\varepsilon_\nu\cos\frac{\nu i\pi}{n}\left[\frac{\cos\frac{(\nu+2)j\pi}{n}}{\nu+2}-\frac{\cos\frac{(\nu-2)j\pi}{n}}{\nu-2}+\frac{4}{\nu^2-4}\right]\right\}.$$

Із (14) з врахуванням позначення $c_k := \cos\frac{k\pi}{n}$ знайдемо, що

$$b_{ij}=-\left\{a_{ij}\cdot c_j+\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{\frac{1}{4}\left(c_{2j}-1\right)-c_i\left[\frac{2}{3}-\frac{1}{2}c_j-\frac{1}{6}c_{3j}\right]+\frac{1}{8}c_{2i}\left[c_{4j}-1\right]+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{1}{2}\sum_{\nu=3}^{n}\varepsilon_\nu c_{\nu i}\left[\frac{c_{(\nu+2)j}}{\nu+2}-\frac{c_{(\nu-2)j}}{\nu-2}+\frac{4}{\nu^2-4}\right]\right\}\right\},\ i=\overline{0,n},\quad j=\overline{0,n}.$$

Після того, як будуть обчислені наближені значення $y_{\nu j}$, $p_{\nu j}$, $\nu=1,2,\cdots,$ $j=\overline{0,n}$ (див. (10)), поліноми $y_\nu(n;x), p_\nu(n;x)$ згідно (12) знаходяться за формулами

$$y_\nu(n;x)=y_0+y_0'(x-x_0)-\sum_{i=0}^{n}\psi(x_i,y_{\nu-1,i},p_{\nu-1,i})\Pi_{2i}(x),$$

$$p_\nu(n;x)=y_0'-\sum_{i=0}^{n}\psi(x_i,y_{\nu-1,i},p_{\nu-1,i})\Pi_{1i}(x),$$

де, як неважко переконатися,

$$\Pi_{1i}(x)=\frac{h}{2}\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{(\zeta+1)\left(1-\cos\frac{i\pi}{n}(\zeta+1)\right)+\sum_{\nu=1}^{n}\varepsilon_\nu(-1)^\nu\cos\frac{\nu i\pi}{n}\cdot\left[\frac{T_{\nu+1}(\zeta)}{\nu+1}-\frac{T_{\nu-1}(\zeta)}{\nu-1}-\frac{2(-1)^\nu}{\nu^2-1}\right]\right\}$$

$$\Pi_{2i}(x)=\frac{h}{2}\left[\zeta\cdot\Pi_{1i}(x)-\frac{h}{2}\frac{\varepsilon_i}{n}\left\{(\zeta^2-1)-\cos\frac{i\pi}{n}\left[\frac{T_3(\zeta)}{6}+\frac{\zeta}{2}+\frac{2}{3}\right]+\frac{1}{8}\cos\frac{2i\pi}{n}\left[T_4(\zeta)-1\right]+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{1}{2}\sum_{\nu=1}^{n}\varepsilon_\nu(-1)^\nu\cos\frac{\nu i\pi}{n}\cdot\left[\frac{T_{\nu+2}(\zeta)}{\nu+2}-\frac{T_{\nu-2}(\zeta)}{\nu-2}-\frac{4(-1)^\nu}{\nu^2-4}\right]\right\}\right],$$

$$\zeta=-1+\frac{2}{h}(x-x_0),\ \ \varepsilon_0=\varepsilon_n=\frac{1}{2},\ \ \varepsilon_i=1,\ \ i=\overline{1,n-1}.$$

Оцінка відхилення. Випадок достатньої гладкості $F(x,y,y')$.

Якщо функція $F(x,y,y')$ володіє властивостями 1) - 4), то є справедливою наступна теорема.

Теорема 2. При наближенні розв'язку задачі Коші (1), (2) і його похідної поліномами $y_\nu(n;x), p_\nu(n;x)$, побудованими за формулами (12), для всіх $x\in[x_0,x_0+h_2]$, де

$$h_2 = \min\left\{h_1, \frac{a}{\left|y_0^{'}\right| + \left\|A_n^0\right\|\dfrac{Mh}{2}}, \frac{b}{\left\|A_n^0\right\|M}\right\}, \tag{15}$$

h_1 – довжина проміжку існування розв'язку задачі (1), (2), $\left\|A_n^0\right\|$ – норма оператора інтерполювання, $M := \max\limits_D \left|\psi(x, y, p)\right|$, має місце оцінка

$$\left|y(x) - y_\nu(n;x)\right| + \left|p(x) - p_\nu(n;x)\right| \le h_2\left(1 + \frac{h_2}{2}\right)\left(1 + \left\|A_n^0\right\|\right)\cdot\left[\frac{1 - q_1^{\ \nu}}{1 - q_1}\cdot E_n(y'')_{C[x_0, x_0+h_2]} + \right.$$

$$\left. + \alpha q_1^{\ \nu}\left\|A_n^0\right\|^{-1}\exp\left\{(A+B)h_2\left(1 + \frac{h_2}{2}\right) + \left\|A_n^0\right\|^{-1}\right\}\right] +$$

$$+ \alpha(A+B)^\nu \frac{h_2^{\ \nu+1}\left(1 + \dfrac{h_2}{2}\right)^{\nu+1}}{(\nu+1)!}\cdot\exp\left\{(A+B)h_2\left(1 + \frac{h_2}{2}\right)\right\}, \tag{16}$$

де $q_1 := (A+B)h_2\left(1 + \dfrac{h_2}{2}\right)\cdot\left\|A_n^0\right\|$, $\alpha := C + B\left|y_0^{'}\right|$, $E_n(y'')_{C[x_0, x_0+h_2]}$ – величина найкращого наближення функції $y''(x)$ многочленами степені не вище n в просторі неперервних на $[x_0, x_0 + h_2]$ функцій, значення величин A, B, C ті ж самі, що і в теоремі 1.

Зауваження. Відомо [8], що для оператора інтерполювання A_n^0 по чебишевських вузлах $\xi_i = -\cos\dfrac{i\pi}{n},\ i = \overline{0,n}$

$$\left\|A_n^0\right\| \le \frac{2}{\pi}\cdot\ln n + 1.$$

Доведення теореми 2. Для скорочення записів введемо позначення $\Delta_\nu(n;x) := \left|y(x) - y_\nu(n;x)\right| + \left|p(x) - p_\nu(n;x)\right|$, $\psi_\nu(x) := \psi(x, y_\nu(x), p_\nu(x))$,,

Для здійснення ітераційного процесу по формулах (12), необхідно, щоб

$$\left|y_\nu(n;x) - y_0\right| \le a,\ \left|p_\nu(n;x) - y_0^{'}\right| \le b.$$

Згідно (12)

$$\left|y_\nu(n;x) - y_0\right| \le \left|x - x_0\right|\left(\left|y_0^{'}\right| + \left\|A_n^0\right\|\frac{Mh}{2}\right),\ \left|p_\nu(n;x) - y_0^{'}\right| \le \left|x - x_0\right|\cdot\left\|A_n^0\right\|M .$$

Звідси слідує умова (15).

Оцінимо величину $\Delta_\nu(n;x)$, враховуючи (13):

$$\Delta_\nu(n;x) = \left|\int_{x_0}^{x}\left[A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot);t) - \psi_{\nu-1}(t)\right]dt\right| + \left|\int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{s}\left[A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot);t) - \psi_{\nu-1}(t)\right]dtds\right| =$$

$$= \left|\int_{x_0}^{x}\left[A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot) - \psi_{\nu-1}(\cdot);t) + A_n(\psi_{\nu-1}(\cdot);t) - \psi_{\nu-1}(t)\right]dt\right| +$$

$$+ \left|\int_{x_0}^{x}\int_{x_0}^{s}\left[A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot) - \psi_{\nu-1}(\cdot);t) + A_n(\psi_{\nu-1}(\cdot);t) - \psi_{\nu-1}(t)\right]dtds \le\right|$$

$$\le h_2\left(1 + \frac{h_2}{2}\right)\cdot\left\|A_n^0\right\|(A+B)\Delta_{\nu-1}(n;x) + h_2\left(1 + \frac{h_2}{2}\right)\cdot\left\|A_n(y_\nu^{''}(\cdot);x) - y_\nu^{''}(x)\right\|_{C_{I_2}} =$$

$$= q_1\Delta_{\nu-1}(n;x) + h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\left\|A_n(y_\nu^{"}(\cdot);x) - y_\nu^{"}(x)\right\|_{C_{I_2}} \le$$

$$\le q_1^2\Delta_{\nu-2}(n;x) + q_1h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\left\|A_n(y_{\nu-1}^{"}(\cdot);x) - y_{\nu-1}^{"}(x)\right\|_{C_{I_2}} +$$

$$+h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\left\|A_n(y_\nu^{"}(\cdot);x) - y_\nu^{"}(x)\right\|_{C_{I_2}} \le \cdots \le h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\sum_{j=1}^{\nu} q_1^{\nu-j}\left\|A_n(y_j^{"}(\cdot);x) - y_j^{"}(x)\right\|_{C_{I_2}} \le$$

$$\le h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\left(1+\left\|A_n^0\right\|\right)\sum_{j=1}^{\nu} q_1^{\nu-j}E_n(y_j^{"})_{C_{I_2}}. \qquad (17)$$

Для отримання останньої нерівності ми скористалися нерівністю Лебега [3].

Звідси, використовуючи (9) і той факт, що

$$y_\nu^{"}(x) = \psi_{\nu-1}(x),\ \ \nu = 1, 2, \cdots,$$

бачимо, що

$$\left\|y_j^{"}(x) - y^{"}(x)\right\| = \left\|\psi_{j-1}(x) - \psi(x)\right\| \le (A+B)\left(\left\|y_{j-1}(x) - y(x)\right\| + \left\|p_{j-1}(x) - p(x)\right\|\right) \le$$

$$\le \alpha\exp\left\{(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right\}\frac{\left[(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right]^j}{j!},$$

тобто

$$y_j^{"}(x) = y^{"}(x) + \varepsilon(x)\alpha\exp\left\{(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right\}\frac{\left[(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right]^j}{j!},\ \ |\varepsilon(x)| \le 1.$$

Отже,

$$E_n(y_j^{"})_{C_{I_2}} \le E_n(y^{"})_{C_{I_2}} + \alpha\exp\left\{(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right\}\frac{\left[(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right]^j}{j!}.$$

Після підстановки цієї оцінки в (17) і з врахуванням того, що $e^{\xi} - \le \xi e^{\xi}$ для довільних $\xi > 0$, отримаємо

$$\Delta_\nu(n;x) \le h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\left(1+\left\|A_n^0\right\|\right)\left\{\frac{1-q_1^\nu}{1-q_1}E_n(y^{"})_{C_{I_2}} + \alpha\exp\left\{(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\right\}q_1^\nu\sum_{j=1}^{\nu}\frac{\left\|A_n^0\right\|^{-1}}{j!}\right\} \le$$

$$\le h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\left(1+\left\|A_n^0\right\|\right)\left\{\frac{1-q_1^\nu}{1-q_1}E_n(y^{"})_{C_{I_2}} + \alpha\exp\left\{(A+B)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right) + \left\|A_n^0\right\|^{-1}\right\}\left\|A_n^0\right\|^{-1}q_1^\nu\right\}.$$

Із цієї нерівності і (9) слідує (16). Теорема 2 доведена.

Оцінка відхилення. Аналітичний випадок.

У випадку аналітичності функції $F(x,y,y')$ має місце значно краща наближення.

Відштовхуючись від деякого відрізка $[x_0, x_0+h]$ і деякого $r \ge 1$, слідуючи роботам [2, 3], побудуємо замкнену область Ω_r в комплексній площині, обмежену еліпсом Жуковського

$$\partial\Omega_r = \left\{(z_1, z_2) \in R^2 : z_1 = x_0 + \frac{h}{2} + a_r\cos t,\ z_2 = b_r\sin t,\ t \in [-\pi, \pi]\right\},$$

$$a_r = \frac{h}{2}(r + r^{-1}),\ \ b_r = \frac{h}{2}(r - r^{-1}),$$

$$\Omega_r = \left\{ z = z_1 + iz_2 \in C : \left(\frac{z_1 - (x_0 + \frac{h}{2})}{a_r} \right)^2 + \left(\frac{z_2}{b_r} \right)^2 \le 1 \right\}.$$

При $r = 1$ множина Ω_r вироджується у відрізок $[x_0, x_0 + h]$.

Замість області D теореми 1 розглянемо замкнену область $\overline{D} = \overline{D}(x_0, y_0, y_0^{'}, h, a, b, r)$:

$$\overline{D} = \left\{ (z, w.w') \in C^3 : z \in \Omega_r, \left| w - y_0 \right| \le a, \left| w' - y_0^{'} \right| \le b \right\}.$$

Будемо припускати, що функція $F(z, w, w')$ є аналітичною в $\operatorname{int} \overline{D}$ і володіє в $\overline{D}$ властивостями 1) – 4). Тоді для оцінки наближення розв'язку задачі Коші (1) – (2) справедлива теорема.

Теорема 3. При перерахованих вище умовах поліноми $y_\nu(n;x)$ і $p_\nu(n;x)$ (12) наближають розв'язок задачі (1) – (2) і його похідну на відрізку $[x_0, x_0 + h_2]$ (h_2 знаходиться із умови (15), в якій M має той самий зміст) таким чином, що

$$\left| y(x) - y_\nu(n;x) \right| + \left| p(x) - p_\nu(n;x) \right| \le .$$

$$\le 2h_2 \left(1 + \frac{h_2}{2} \right) \cdot \left(1 + \left\| A_n^0 \right\| \right) \frac{1 - q^\nu}{1 - q} \left\| \psi \right\|_{C_{\overline{D}}} \frac{1}{(r-1)r^n} + \alpha (A + B)^{-1} e^q \frac{q^{\nu+1}}{(\nu+1)!}, \qquad (18)$$

де $q = (A + B) h_2 \left(1 + \frac{h_2}{2} \right)$, A – константа Ліпшиця функції $\dfrac{F_x^{'}(x, y, p)}{F_{y,}^{'}(x, y, p)}$ в області $\overline{D}$,

$$B := \max_{\overline{D}} \left| \frac{F_y^{'}(x, y, p)}{F_{y,}^{'}(x, y, p)} \right|, \ \alpha = C + B \left| y_0^{'} \right|, \ C := \max_{\overline{D}} \left| \frac{F_x^{'}(x, y, p)}{F_{y,}^{'}(x, y, p)} \right|,$$

$$\psi(x, y, p) := \frac{F_x^{'}(x, y, p) + F_y^{'}(x, y, p) p}{F_{y,}^{'}(x, y, p)}.$$

Наслідок. Якщо $(A + B) h_2 \left(1 + \frac{h_2}{2} \right) < \frac{1}{2}$, то для всіх $x \in [x_0, x_0 + h_2]$

$$\left| y(x) - y_\nu(n;x) \right| + \left| p(x) - p_\nu(n;x) \right| \le .$$

$$\le 4{,}8 h_2 \left(1 + \frac{h_2}{2} \right) \cdot \left(\frac{2}{\pi} \ln n + 2 \right) \cdot \left\| \psi \right\|_{C_{\overline{D}}} \left(\frac{h_2}{4c} \right)^{n+1} + \alpha (A + B)^{-1} e^{\frac{1}{2}} \frac{q^{\nu+1}}{(\nu+1)!},$$

Де c – радіус круга аналітичності по z функції $\psi(z, w(z), w'(z))$ з центром в точці $x_0 + \frac{h_2}{2}$, тобто $c = \frac{h_2}{4} \left(r - r^{-1} \right)$.

Доведення теореми 3. Використовуючи позначення, введені при доведенні попередньої теореми, маємо

$$\Delta_\nu(n;x) \le \left| \int_{x_0}^{x} \left[A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot);t) - \psi_{\nu-1}(n;t) + \psi_{\nu-1}(n;t) - \psi_{\nu-1}(t) \right] dt \right| +$$

$$+ \left| \int_{x_0}^{x} \int_{x_0}^{s} \left[A_n(\psi_{\nu-1}(n;\cdot);t) - \psi_{\nu-1}(n;t) + \psi_{\nu-1}(n;t) - \psi_{\nu-1}(t) \right] dt ds \right|.$$

Враховуючи тепер нерівність Лебега іі теорему Бернштейна (див., наприклад, [2, 3]), отримаємо

$$\Delta_\nu(n;x) \le h_2 \left(1 + \frac{h_2}{2} \right) E_n(\psi_{\nu-1}(n;t))_{C_{I_2}} \left(\left\| A_n^0 \right\| + 1 \right) + (A + B) h_2 \left(1 + \frac{h_2}{2} \right) \left\| \psi_{\nu-1}(n;x) - \psi_{\nu-1}(x) \right\|_{C_{I_2}} \le$$

$$\leq \left(\left\|A_n^0\right\|+1\right)h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\frac{2}{r-1}\left(\frac{1}{r}\right)^n \left\|\psi\right\|_{C_{\overline{D}}} + q\left\|\psi_{\nu-1}(n;x)-\psi_{\nu-1}(x)\right\|_{C_{I_2}} \leq \cdots \leq$$

$$\leq 2h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\left(\left\|A_n^0\right\|+1\right)\cdot\left\|\psi\right\|_{C_{\overline{D}}}\frac{1}{r-1}\left(\frac{1}{r}\right)^n\cdot\left(1+q+\cdots+q^{\nu-1}\right)=$$

$$=2h_2\left(1+\frac{h_2}{2}\right)\left(\left\|A_n^0\right\|+1\right)\cdot\left\|\psi\right\|_{C_{\overline{D}}}\frac{1}{r-1}\left(\frac{1}{r}\right)^n\cdot\frac{\left(1-q^{\nu}\right)}{1-q}.$$

Звідси і з нерівності (9) слідує справедливість (18). Теорема 3 доведена.

За допомогою викладеного вище апроксимаційно-ітеративному алгоритму були розв'язані наступні приклади, точний розв'язок яких є відомим.

Приклад 1.

$xy'(x^3y'-1)-y=0,\;\; y(2)=0$.

Шукаємо розв'язок, для якого $y'(2)=\dfrac{1}{8}$.

Точний розв'язок: $y(x)=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{2}-\dfrac{1}{x}\right)$.

Приклад 2.

$\left(y'\right)^2-y^2=0,\;\; y(0)=1$.

Шукаємо розв'язок, для якого $y'(0)=-1$.

Точний розв'язок: $y(x)=e^{-x}$.

Приклад 3.

$\left(y'\right)^2+y^2\sin^2 x=e^{2\sin x},\;\; y(0)=1$.

Шукаємо розв'язок, для якого $y'(0)=1$.

Точний розв'язок: $y(x)=e^{\sin x}$.

Ітераційний процес, побудований по формулах (10), продовжувався до тих пір, поки величини $\left|y_{\nu j}-y_{\nu-1,j}\right|$ і $\left|p_{\nu j}-p_{\nu-1,j}\right|$ для всіх $j=\overline{0,n}$ не ставали меншими за 10^{-11}. Похибка отриманих наближень встановлювалась шляхом порівняння значень побудованих по формулах (12) поліномів в 50 точках на кожному із розглянутих відрізків із точними значеннями.

Результати обчислень наведені в таблиці. Порожні клітинки в таблиці означають, що при великих *n* точність наближення не збільшується через обмеженість розрядності комп'ютера.

Приклади		1			2			3		
n \ h		1,0	0,5	0,1	1,0	0,5	0,1	1,0	0,5	0,1
3	ε_y	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$7{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}0\cdot10^{-10}$	$2{,}3\cdot10^{-5}$	$5{,}1\cdot10^{-7}$	$4{,}1\cdot10^{-11}$	$2{,}0\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$2{,}7\cdot10^{-11}$
	$\varepsilon_{y'}$	$8{,}6\cdot10^{-5}$	$5{,}4\cdot10^{-6}$	$3{,}4\cdot10^{-9}$	$8{,}5\cdot10^{-5}$	$3{,}5\cdot10^{-6}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$	$6{,}0\cdot10^{-3}$	$8{,}5\cdot10^{-5}$	$4{,}2\cdot10^{-10}$
4	ε_y	$2{,}5\cdot10^{-6}$	$4{,}3\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-12}$	$9{,}3\cdot10^{-7}$	$8{,}9\cdot10^{-9}$	$3{,}6\cdot10^{-12}$	$1{,}0\cdot10^{-4}$	$1{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}1\cdot10^{-11}$
	$\varepsilon_{y'}$	$9{,}8\cdot10^{-6}$	$3{,}3\cdot10^{-7}$	$4{,}3\cdot10^{-11}$	$3{,}4\cdot10^{-6}$	$6{,}7\cdot10^{-8}$	$7{,}2\cdot10^{-12}$	$3{,}9\cdot10^{-4}$	$8{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}6\cdot10^{-10}$
5	ε_y	$1{,}7\cdot10^{-7}$	$1{,}6\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-12}$	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$8{,}8\cdot10^{-11}$	$3{,}6\cdot10^{-12}$	$5{,}3\cdot10^{-6}$	$1{,}3\cdot10^{-8}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$
	$\varepsilon_{y'}$	$9{,}0\cdot10^{-7}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-12}$	$9{,}3\cdot10^{-8}$	$9{,}1\cdot10^{-10}$	$3{,}6\cdot10^{-12}$	$4{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}3\cdot10^{-7}$	$1{,}0\cdot10^{-11}$
6	ε_y	$1{,}1\cdot10^{-8}$	$5{,}6\cdot10^{-11}$		$3{,}2\cdot10^{-10}$	$3{,}6\cdot10^{-12}$		$7{,}2\cdot10^{-7}$	$8{,}0\cdot10^{-10}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$
	$\varepsilon_{y'}$	$9{,}0\cdot10^{-8}$	$9{,}0\cdot10^{-10}$		$2{,}4\cdot10^{-9}$	$5{,}3\cdot10^{-11}$		$7{,}2\cdot10^{-6}$	$1{,}6\cdot10^{-8}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$
7	ε_y	$8{,}2\cdot10^{-10}$	$2{,}4\cdot10^{-12}$		$7{,}3\cdot10^{-12}$	$3{,}6\cdot10^{-12}$		$1{,}0\cdot10^{-8}$	$4{,}5\cdot10^{-11}$	
	$\varepsilon_{y'}$	$9{,}5\cdot10^{-9}$	$5{,}4\cdot10^{-11}$		$6{,}8\cdot10^{-11}$	$2{,}7\cdot10^{-12}$		$8{,}8\cdot10^{-8}$	$2{,}0\cdot10^{-9}$	
8	ε_y	$8{,}6\cdot10^{-11}$	$1{,}2\cdot10^{-12}$		$7{,}3\cdot10^{-12}$			$6{,}6\cdot10^{-9}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$	
	$\varepsilon_{y'}$	$1{,}1\cdot10^{-9}$	$3{,}4\cdot10^{-12}$		$6{,}8\cdot10^{-11}$			$8{,}4\cdot10^{-8}$	$1{,}0\cdot10^{-11}$	

Приклади		1			2			3		
n \ h		1,0	0,5	0,1	1,0	0,5	0,1	1,0	0,5	0,1
9	ε_y	$8{,}2\cdot10^{-12}$	$1{,}0\cdot10^{-12}$		$3{,}2\cdot10^{-12}$			$4{,}1\cdot10^{-10}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$	
	$\varepsilon_{y'}$	$1{,}2\cdot10^{-10}$	$1{,}0\cdot10^{-12}$		$2{,}7\cdot10^{-12}$			$5{,}9\cdot10^{-9}$	$1{,}0\cdot10^{-11}$	
10	ε_y	$1{,}0\cdot10^{-12}$						$3{,}1\cdot10^{-11}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$	
	$\varepsilon_{y'}$	$1{,}2\cdot10^{-12}$						$5{,}4\cdot10^{-10}$	$7{,}3\cdot10^{-12}$	
ν		13-15	11	7	9-10	7	5	13-16	11-12	8

Позначення:
h – довжина відрізка, на якому шукалися наближення розв'язку та його похідної;
n – степінь наближаючих поліномів;
ν – число ітерацій;
ε_y – фактична точність наближення розв'язку;
$\varepsilon_{y'}$ – – фактична точність наближення похідної.

Як видно із таблиці, шляхом зменшення довжини відрізка h і збільшення степенів наближаючи поліномів n можна досягти практично довільної допустимої комп'ютерної точності, що узгоджується із отриманими апріорними оцінками. Така ж ситуація спостерігається при розв'язанні даних прикладів з подвійною точністю.

Висновки. Таким чином, розроблений апроксимаційно-ітераційний алгоритм є цілком придатним для отримання наближених розв'язків задач Коші для звичайних диференціальних рівнянь, не розв'язних відносно похідної. Особливою перевагою АІ-методу є можливість побудови наближених розв'язків в аналітичному вигляді (у вигляді поліномів). Можливі напрямки наступних досліджень: застосування АІ-методу до розв'язування неявних звичайних диференціальних рівнянь вищих порядків та систем диференціальних рівнянь.

Список використаних джерел

1. Дзядык В.К. Аппроксимационно-итеративный метод приближения полиномами решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. – Киев, 1984. – 25 с. – (Препр. / АН УССР. Ин-т математики; 84.27).
2. Дзядык В.К. Аппроксимационно-итеративный метод приближения полиномами решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. // Журн. вычисл. математики и мат. физики. – 1986. – 26, № 3. – С. 357–372.
3. Дзядык В.К. Аппроксимационные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. – Киев: Наук. думка, 1988. – 304 с.
4. Новиков Е.А., Юматова Л.А. Некоторые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, неразрешенных относительно производной // Докл. АН СССР. – 1987. – 295, № 4. – С. 809–812.
5. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М: Наука, 1970. – 279 с.
6. Зубов В.И. К вопросу существования и приближенного представления неявных функций // Вестн. Ленинград. ун-та. Сер. математики, механіки и астрономии. – 1956. – № 19, вып.4. – С. 48. – 54.
7. Трикоми Ф. Лекции по уравнениям в частных производных. – М: Изд-во иностр. лит., 1957. – 443 с.
8. Dzjadik V.K., Ivanov V.V. On some asymptotics and estimates for the uniform norms of the Lagrange interpolation polynomials corresponding to Chebyshev nodal points // Analysis Math. – 1983. – № 9. – P. 85-97.

Анотація. Василенко Я.П. Застосування апроксимаційно-ітеративного методу до розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, заданих неявно.

В статті розглянуто використання апроксимаційно-ітеративного методу для наближення розв'язку та його похідної задачі Коші для рівняння F(x, y, y') = 0. При звичайних щодо функції F(x, y, y') припущеннях за допомогою ітераційного процесу Пікара описується область існування розв'язку поставленої задачі. Наведені оцінки відхилень отриманих за допомогою апроксимаційно-ітеративного алгоритму наближень від точного розв'язку та його похідної в аналітичному випадку і у випадку скінченої гладкості функції F(x, y, y').

***Ключові слова**: задача Коші для звичайних диференціальних рівнянь, нерозв'язних відносно похідної, апроксимаційно-ітеративний метод, ітераційний процес Пікара, поліноміальне наближення, величина найкращого наближення.*

Аннотация. Василенко Я.П. Применение аппроксимационно-итеративного метода к решению обыкновенных дифференциальных уравнений, заданных неявно.

В статье рассмотрено использование аппроксимационно-итеративного метода для приближения решения и его производной задачи Коши для уравнения F (x, y, y ') = 0. При обычных относительно функции F (x, y, y') предположениях с помощью итерационного процесса Пикара описывается область существования решения поставленной задачи. Приведены оценки отклонений полученных с помощью аппроксимационно-итеративного алгоритма приближений от точного решения и его производной в аналитическом случае и в случае конечной гладкости функции F (x, y, y ').

***Ключевые слова**: задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, неразрешенных относительно производной, аппроксимационно-итеративный метод, итерационный процесс Пикара, полиномиальное приближение, величина наилучшего приближения.*

Abstract. Vasylenko Y.P. Application approximal-iterative method to the solution of ordinary differential equations defined implicitly.

The article examines the use approximal-iterative method to approximate the solution and its derivative of the Cauchy problem for the equation F(x, y, y') = 0. Under normal on the function F(x, y, y') assumptions through an iterative process by Picard described region of existence of the solution of the problem. The estimates deviations obtained by approximation-iterative algorithm for the approximation of the exact solution and its derivative in the analytic case and in the case of finite smoothness functions F(x, y, y') presented herein.

***Keywords:** Cauchy problem for ordinary differential equation unsolved relative to derivative approximal-iterative method, iterative process Picard, polynomial approximation, the value of the best approximation.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Костевич Б.О., Хайдуров В.В. Варіаційний підхід до обробки зображень з використанням рівнянь математичної фізики // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 49-60.

Kostevich B.O, Haydurov V.V. Variational approach to image processing using the equations of mathematical physics // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 49-60.

УДК 519.632

Б.О. Костевич, В.В. Хайдуров
ПВНЗ «Європейський університет», Черкаська філія, Україна
bohdan_95@hotmail.com, allif@rambler.ru

ВАРІАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

ВСТУП

Задачі обробки зображень, які розглядаються у даній роботі, математично описуються задачами варіаційного числення. Останні за допомогою рівняння Ейлера-Лагранжа зводяться до розв'язання крайової задачі для рівняння Пуассона.

Рівняння Пуассона – диференціальне рівняння в частинних похідних. З його допомогою можна описати деякі фізичні процеси і явища, такі як стаціонарне поле температури і електростатичне поле. Загальний вигляд рівняння Пуассона має наступний вигляд:

$$\Delta f = g, \Delta \text{ – оператор Лапласа.}$$

Невідомою функцією у цьому рівнянні виступає функція f . Найчастіше рівняння розв'язують у певній обмеженій області. У такому випадку, щоб розв'язок рівняння Пуассона був однозначно визначений, потрібно додати крайові умови. Ці умови бувають трьох видів: Дирихле, коли обмеження накладаються на саму функцію f на границі області; Неймана, коли умови накладаються на її похідну f'; змішані:

- ✓ Дирихле: $f\big|_{\partial\Omega} = f^*\big|_{\partial\Omega}$;
- ✓ Неймана: $f'\big|_{\partial\Omega} = g^*\big|_{\partial\Omega}$;
- ✓ змішані.

Тут $\partial\Omega$ – границя розглядуваної області, а f^*, g^* – відомі функції.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Відновлення зображення по векторному полю градієнтів

На даний момент для великого спектру завдань обробки зображень запропоновані методи, що містять в якості одного з етапів побудову та рішення рівняння Пуассона. [11] Наприклад, до таких завдань відносяться стиснення HDR-зображень, матування зображень, редагування зображень.

Незважаючи на різноманітність методів, рівняння Пуассона в цілому ряді з них застосовується для вирішення однієї і тієї ж задачі, а саме відновлення зображення по градієнтному полю. [17] Розглянемо, цей ключовий етап докладно.

Нехай зображення Ω – замкнена підмножина R^2, з границею $\partial\Omega$ (рис.1). Нехай f – невідома скалярна функція, задана на Ω. Нехай V – векторне поле, задане на Ω. Необхідно відновити функцію f, векторне поле градієнтів якої рівно V .

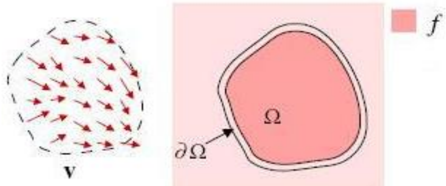


Рис. 1. Графічне представлення умови задачі

Функція v не обов’язково є інтегрованою. Тобто може не існувати такої функції *f*, що $\nabla f = v$. Це випливає з того, що для *f* повинна виконуватись умова

$$\frac{\nabla^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\nabla^2 f}{\partial y \partial x}.$$

Це значить, що для інтегрованості v необхідна умова

$$\frac{\partial v_x}{\partial y} = \frac{\partial v_y}{\partial x},$$

що зовсім не обов’язково для довільної функції v. Тоді можна знайти таку потенціальну функцію f, градієнт якої найбільш близький до v. Тобто потрібно мінімізувати наступний функціонал:

$$\iint_{\Omega} F(\nabla f, v) dxdy,\ F(\nabla f, v) = \|\nabla f - v\| = \left(\frac{\partial f}{\partial x} - v_x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} - v_y\right)^2.$$

Функція f, мінімізує отриманий інтеграл та повинна задовольняти рівняння Ейлера-Лагранжа:

$$\frac{\partial F}{\partial f} - \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial f_x} - \frac{\partial}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial f_y} = 0.$$

При заміні в останньому рівнянні виразу F отримаємо наступну формулу*:*

$$2\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial v_x}{\partial x}\right) + 2\left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \frac{\partial v_y}{\partial y}\right) = 0,\ \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y}.$$

В результаті розв’язання зводиться до відомого рівняння Пуассона

$$\Delta f = div\, v.$$

Для останнього рівняння треба додати крайові умови наступних видів:

- ✓ Дирихле: $f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega}$;
- ✓ Неймана: $f'|_{\partial\Omega} = g^*|_{\partial\Omega}$;
- ✓ змішані.

У даному випадку $\partial\Omega$ – границя розглядуваної області, а f^*, g^* – певні відомі функції. У випадку граничних умов Неймана розв’язок рівняння Пуассона буде визначений з точністю до константи. До того ж, для існування розв’язку при граничних умовах Неймана інтеграл у функцій f^*, g^* по контуру границі повинен бути рівний нулю.

Зручність використання рівняння Пуассона заключається в існуванні досить ефективних алгоритмів його чисельного розв’язку у дискретному випадку.

Таким чином, при використанні рівняння Пуассона, можна відновити одноканальне зображення із векторного поля градієнтів. У випадку кількох каналів, кожен з них обробляється окремо.

Тепер перейдемо до огляду конкретних алгоритмів, які вимагають використання рівняння Пуассона.

В різних статтях автори пропонують інструменти для обробки зображень. Всі вони основані на розв’язанні рівняння Пуассона. Так як методи працюють з областю, яка є частиною деякого зображення, то для отримання точної відповіді використовуються умови Дирихле: на границі шукана функція повинна співпадати з вихідними значеннями пікселів. У випадку, коли область торкається границі самого зображення, граничні умови є змішаного типу.

Безшовне клонування

Цей інструмент дає можливість вставити частину одного зображення в інше так, щоб не було помітно швів. Інструмент ніби підлаштовує частину зображення, яка вставляється під іншу частину вихідного зображення. Насправді, для отримання результату використовується тільки градієнтне поле зображення, яке вставляється. Таким чином отримується рівняння Пуассона з граничними умовами Дирихле:

$$\Delta f = \Delta g \text{ на } \Omega,$$

$$f\big|_{\partial\Omega} = f^*\big|_{\partial\Omega}$$

де g – відоме зображення, яке вставляється в область Ω, а f^* – зображення, в яке вставляємо. Розв'язуючи поставлену задачу, можна відразу розв'язувати кілька наступних задач:

- ✓ безшовна вставка нових елементів у зображення. Даний інструмент застосовується для створення колажів та інших методів художньої обробки зображень та фотографій;
- ✓ придушення небажаних артефактів. На області з небажаними об'єктами копіюються шматочки чистої текстури з інших місць того ж зображення. Таким чином можна робити ретушування та відновлення фотографій.

Змішування градієнтів

При клонуванні області одного зображення в інше ніяк не враховується частина зображення на яку виконують вставку. У деяких випадках це може призвести до помітних артефактів, таких як продовження всередину оброблюваної області різких перепадів яскравості на границі. [1;4;6] Частіше за все пропонують підхід, який вирішує проблему на рівні градієнтів. Векторне поле градієнтів, яке потім буде перетворюватися в зображення рішенням рівняння Пуассона [15], вважається як максимум в кожній точці градієнтів вихідного зображення і зображення, яке вставляють:

$$v(x,y) = \begin{cases} \nabla f^*(x,y), \left|\nabla f^*(x,y)\right| > \left|\nabla g(x,y)\right|, \\ \left|\nabla g(x,y)\right|, \text{інакше.} \end{cases}$$

Таким чином, враховуються все більші перепади яскравості [12]. Такий інструмент (клонування з попереднім змішуванням градієнтів) дозволяє розв'язувати кілька задач:

- ✓ Вставка в область, захоплюючу частину якогось об'єкта. Якщо не враховувати градієнт вихідного зображення, що відповідає за кордон цього об'єкта, він просто розмиється. Якщо ж застосувати техніку змішування градієнтів, об'єкт збережеться;
- ✓ вставка зображень з дірками. Якщо не хочеться дуже точно виділити складний об'єкт перед клонуванням, можна просто застосувати техніку змішування градієнтів;

Редагування областей зображення

Інші інструменти працюють не з клонуванням, а з редагуванням областей. [7] Редагування відбувається на рівні градієнтів або крайових умов, а кінцевий результат перетворень знаходиться рішенням все того ж рівняння Пуассона. [13]

- ✓ Локальні зміни освітлення. Перетворюючи градієнти за спеціальним законом можна домогтися як збільшення так і зменшення освітленості об'єкта;
- ✓ Локальні зміни кольору. По різному перетворюючи градієнти в різних колірних каналах, можна перефарбовувати виділені об'єкти.

Варто відзначити, що запропонований даний алгоритм застосовний не тільки для стиснення HDR-зображень. Він також дає непогані результати на звичайних картинках, роблячи більш помітними деталі в занадто темних або занадто світлих областях.

Змішування зображень (ефект ночі)

Тут використовується метод змішування двох зображень, знятих з різним освітленням (наприклад, вдень і вночі), для отримання більш інформативного зображення. Результат при цьому, щоправда, виходить нереалістичний. Крім можливого застосування в мистецтві, метод може застосовуватися в системах спостереження, для поліпшення зорового сприйняття картинки. [1; 2; 3; 16]

Отже, нехай є фонове зображення, зняте в денний час, і динамічна нічна сцена. Алгоритм працює з векторними полями градієнтів. Сильні градієнти нічної картинки залишаються, а решта замінюється на градієнти з денного зображення. Потім за допомогою рівняння Пуассона відновлюється результуюче зображення. [15] Цей підхід можна розширити, залишаючи градієнти нічної картинки в тих місцях, де сцена змінюється (для послідовності зображень). Таким чином динамічні об'єкти будуть братися з нічного зображення, а статичні з денного, а рішення рівняння Пуассона зробить шви непомітними.

Видалення артефактів зображення з використанням проекції градієнта

Методи працюють з двома зображеннями однієї сцени: знятим зі спалахом і без нього. У багатьох випадках частина сцени краще виходить в одному з цих зображень, а частина в іншому. Крім того кожне зображення може містити свої типи небажаних артефактів, таких як відблиски і віддзеркалення. Основна мета полягає в отриманні найбільш придатною для людського сприйняття картинки. Для цього будують математичну модель освітлення. Далі вже можна розглядати кілька типів конкретних завдань. [8; 9] Для кожного з них можна запропонувати свій оптимальний метод змішування градієнтів зображень, виходячи з моделі освітлення. Заключна частина у всіх методів однакова: результат відновлюється рівнянням Пуассона. Щоб мати можливість використовувати як крайову умову Дирихле, автори обводять зображення шаром з нульових пікселів. Варто також відзначити, що всі методи не працюють тоді, коли на одному і тому ж місці присутні артефакти (нехай різні) на обох зображеннях.

Практична частина

На сьогоднішній день система Matlab, зокрема пакет прикладних програм Image Processing Toolbox, є найбільш потужним інструментом для моделювання і дослідження методів обробки зображень. Він включає велику кількість вбудованих функцій, що реалізують найбільш поширені методи обробки зображень. Розглянемо основні можливості пакета Image Processing Toolbox.

Для зчитування зображення та представленні його у вигляді палітри, використовується функція **imread**. В результаті використання даної функції вихідне зображення буде представлено у вигляді тривимірної матриці.

Приклад рядків програми для зчитування зображення наведено нижче:

Im = imread('Cat.jpg'); % зчитування зображення (результат зчитування тривимірна матриця)

Im2 = imread('Dog.jpg'); % зчитування зображення (результат зчитування тривимірна матриця)

Для створення графічного файлу, який є результатом обробки тим чи іншим методом, можна використовувати функції imwrite. Приклад фрагменту коду для роботи даної функції наведено нижче:

imwrite(Im_rez,'Результат.jpg');

Як бачимо, що дана функція приймає два параметри. Перший параметр – це тривимірна матриця, яка містить інтенсивності пікселів обробленого зображення. Другим параметром є назва файлу з його розширенням. Після цього результат обробки (сам графічний файл) буде створено у поточній директорії.

Остання функція, яка використовувалась для роботи з зображеннями – це функція відображення зображення у графічному вікні середовища MatLab. Це функція **imshow**. Функція може приймати як і назву зображення, так і тривимірну матрицю, яка характеризує інтенсивність кожного пікселя.

Для того, щоб розв’язати всі задачі, які було описано, потрібно спочатку розв’язати чисто математичні аналоги моделей відповідних задач. Постановки розглядуваних задач наведено нижче. Перша з них має у загальному випадку наступне формулювання.

Знайти функцію $f(x,y)$ за якої нижченаведений функціонал має глобальний мінімум.

$$J(f)=\iint_{\Omega} F(\nabla f, v)\,dxdy \to \min,$$

$$F(\nabla f, v)=\|\nabla f, v\|=\left(\frac{\partial f}{\partial x}-v_x\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}-v_y\right)^2.$$

$$\frac{\partial F}{\partial f}-\frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial f_x'}-\frac{\partial}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial f_y'}=0$$ – рівняння Ейлера-Лагранжа

$$2\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}-\frac{\partial v_x}{\partial x}\right)+2\left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}-\frac{\partial v_y}{\partial y}\right)=0,\ \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}=\frac{\partial v_x}{\partial x}+\frac{\partial v_y}{\partial y}.$$

Граничні умови виду:

- ✓ Дирихле (першого роду): $f\big|_{\partial\Omega}=f^*\big|_{\partial\Omega}$;
- ✓ Неймана (другого роду): $f'\big|_{\partial\Omega}=g^*\big|_{\partial\Omega}$;
- ✓ Робіна (третього роду): $\alpha f\big|_{\partial\Omega}+\beta f'\big|_{\partial\Omega}=\varphi^*\big|_{\partial\Omega}$.

Тепер перейдемо до задач, які мають конкретні значення. Перша задача має наступне формулювання.

Знайти $f(x)$ *для якої*

$$J(f',v)=\int_0^1 (f'-v)^2\,dx \to \min,$$

де $v = 6\pi x^2 \cos 2\pi x^3$, $f(0) = f(1) = 0$.

Розв'язок

Використовуємо рівняння: $\frac{\partial F}{\partial f} - \frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial f'} = 0$, де $F = (f' - v)^2$.

$$2\left(\frac{d^2 f}{dx^2} - \frac{dv}{dx}\right) = 0, \quad \frac{d^2 f}{dx^2} = \frac{dv}{dx},$$

$$\frac{dv}{dx} = \left(6\pi x^2 \cos 2\pi x\right)_x' = 6\pi\left(2x\cos 2\pi x^3 - 6\pi x^4 \sin 2\pi x^3\right) = 12\pi x\left(\cos 2\pi x^3 - 3\pi x^3 \sin 2\pi x^3\right).$$

Остаточно маємо:

$$\frac{d^2 f}{dx^2} = 12\pi x\left(\cos 2\pi x^3 - 3\pi x^3 \sin 2\pi x^3\right), f(0) = f(1) = 0.$$

Аналітичний розв'язок для перевірки: $f(x) = \sin 2\pi x^3$.

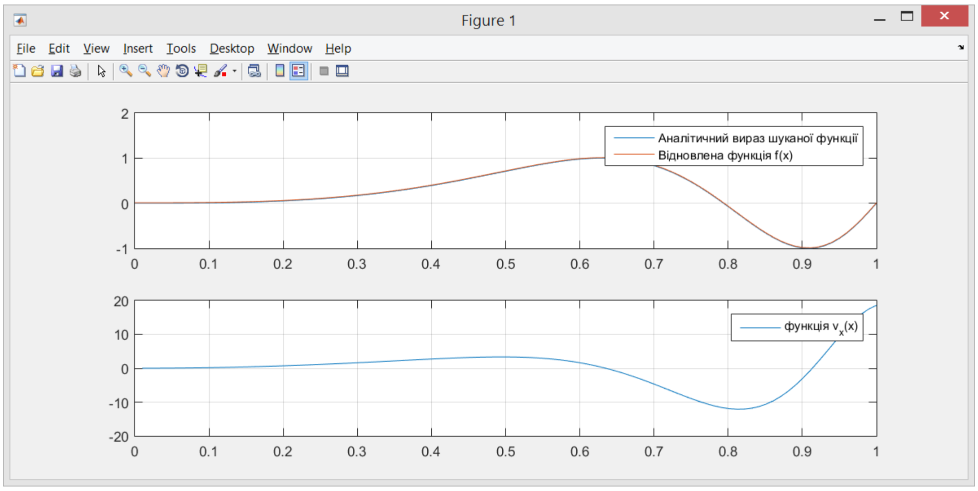


Рис. 2. Чисельний розв'язок поставленої задачі

Аналогічним чином можна записати задачу для двовимірної області. Суть її практично така сама і звучить її формулювання наступним чином. Знайти функцію *f*, за якої функціонал набуває глобального мінімуму, при умові, що функції v_x та v_y нам відомі. Задача ставиться наступним чином.

Знайти $f(x, y)$, для якої

$$J(f) = \int_0^1\int_0^1 F(\nabla f, v)dxdy = \int_0^1\int_0^1 \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} - v_x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} - v_y\right)^2\right]dxdy \to \min,$$

де

$$v_x = \pi(y - 0.5)\cos(\pi(x - 0.5)(y - 0.5)),\ v_x = \pi(x - 0.5)\cos(\pi(x - 0.5)(y - 0.5)).$$

$$f(0, y) = -\sin\frac{\pi(y - 0.5)}{2},\quad f(1, y) = \sin\frac{\pi(y - 0.5)}{2},$$

$$f(x, 0) = -\sin\frac{\pi(x - 0.5)}{2},\quad f(x, 1) = \sin\frac{\pi(x - 0.5)}{2}.$$

Розв'язок

$$J(f) = \int_0^1\int_0^1 F(\nabla f, v)dxdy = \int_0^1\int_0^1 \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} - v_x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} - v_y\right)^2\right]dxdy \to \min,$$

$$\frac{\partial F}{\partial f} - \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial f_x'} - \frac{\partial}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial f_y'} = 0,\ 2\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial v_x}{\partial x}\right) + 2\left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \frac{\partial v_y}{\partial y}\right) = 0,\ \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y}.$$

$$v_x = \pi(y - 0.5)\cos(\pi(x - 0.5)(y - 0.5)),\ v_x = \pi(x - 0.5)\cos(\pi(x - 0.5)(y - 0.5)).$$

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} = -\pi^2 (x-0.5)^2 \sin\left(\pi (x-0.5)(y-0.5)\right), \ \frac{\partial v_y}{\partial y} = -\pi^2 (y-0.5)^2 \sin\left(\pi (x-0.5)(y-0.5)\right).$$

Остаточно маємо

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = -\pi^2 \left((x-0.5)^2 + (y-0.5)^2\right) \sin\left(\pi (x-0.5)(y-0.5)\right), \ (x,y) \in [0;1]^2,$$

$$f(0,y) = -\sin\frac{\pi (y-0.5)}{2}, \ f(1,y) = \sin\frac{\pi (y-0.5)}{2},$$

$$f(x,0) = -\sin\frac{\pi (x-0.5)}{2}, \ f(x,1) = \sin\frac{\pi (x-0.5)}{2}.$$

Нижче на рис.3 показано чисельний розв'язок поставленої варіаційної задачі, що є і розв'язком граничної задачі, до якої варіаційна задача була зведена. Зверху – поверхня, яка є розв'язком, а знизу градієнтне поле з двох функцій, які спочатку були задані за умовою задачі.

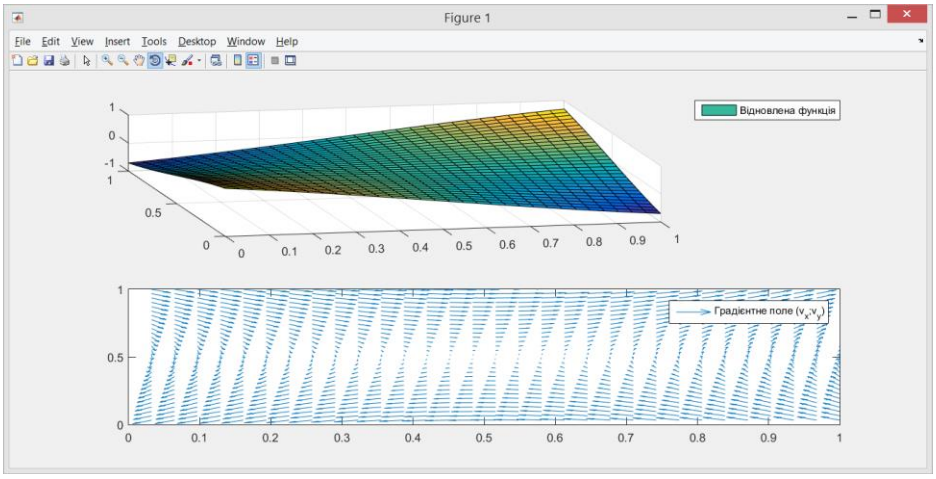


Рис. 3. Чисельний розв'язок поставленої задачі

Задача безшовного клонування зі змішуванням градієнтів

Задачі безшовного клонування передбачають те, що певна частина зображення буде вставлена в інше зображення таким чином, щоб не було видно швів. У даному випадку задача розв'язується переходом від варіаційної постановки задачі за допомогою рівняння Ейлера-Лагранжа до крайової задачі.

Постановка задачі наступна. Потрібно знайти таку функцію $\varphi(x)$ на проміжку від 1/3 до 2/3, яка дає функціоналу глобальний мінімум на цьому проміжку, причому функція v також є заданою. Граничні умови тут є теж умови першого роду.

Тепер слід зазначити, що функція $\varphi(x)$ – це результат вставки зображення в зображення, функція $f(x), x \in [0;1]$ є зображенням, у яке виконується вставка іншого зображення. Функція v – є градієнтом зображення, яке потрібно вставити. В даному випадку вважатимемо, що все зображення – це відрізок з кінцями 0 та 1, а зображення яке потрібно вставити, вставляємо в область від 1/3 до 2/3. Математична модель даної задачі має наступний вигляд. Знайти $\varphi(x)$, для якої

$$J(\varphi', v) = \int_{1/3}^{2/3} F(\varphi', v)dx = \int_{1/3}^{2/3} (\varphi' - v)^2 dx \to \min$$

де $v(x) = \pi\cos\pi x$, $\varphi(1/3) = f(1/3)$, $\varphi(2/3) = f(2/3)$, $f(x) = 2 - \cos 2\pi x, x \in [0;1]$.

Розв'язок

$$2\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} - \frac{dv}{dx}\right) = 0, \ \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{dv}{dx}, \ \frac{dv}{dx} = (\pi\cos\pi x)' = -\pi^2 \sin\pi x.$$

Остаточно маємо:

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = -\pi^2 \sin\pi x, \ \varphi\left(\frac{1}{3}\right) = f\left(\frac{1}{3}\right), \varphi\left(\frac{2}{3}\right) = f\left(\frac{2}{3}\right).$$

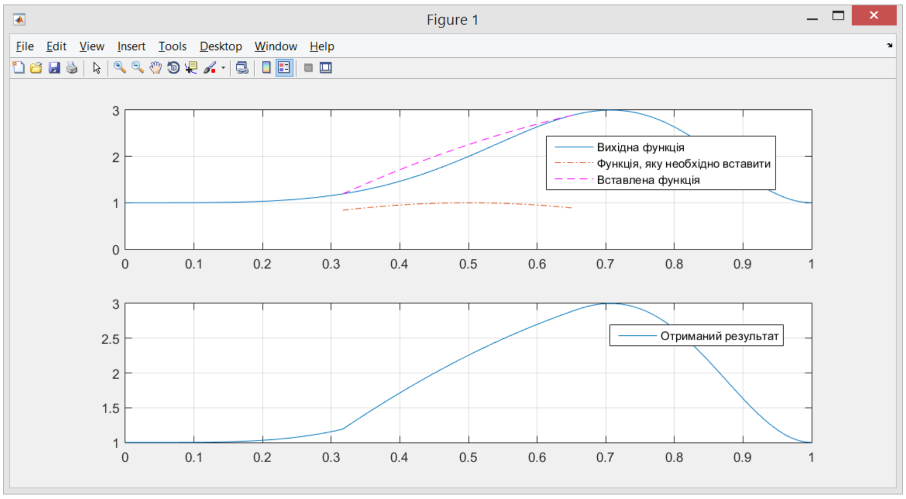


Рис. 4. Чисельний розв'язок поставленої задачі

Аналогічним чином можна поставити двовимірну тестову задачу. Знайти $\varphi(x,y)$, для якої

$$J(\nabla\varphi,v)=\int_{1/3}^{2/3}\int_{1/3}^{2/3}F(\nabla\varphi,v)dxdy=\int_{1/3}^{2/3}\int_{1/3}^{2/3}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}-v_x\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}-v_y\right)^2\right]dxdy\to\min,$$

де $v_x=g_x{}',v_y=g_y{}'$, $g(x,y)=\sin(\pi(x-0.5)(y-0.5))$

з граничними умовами:

$$\varphi(1/3,y)=f(1/3,y),\ \varphi(2/3,y)=f(2/3,y),\ \varphi(x,1/3)=f(x,1/3),\ \varphi(x,2/3)=f(x,2/3),$$
$$f(x,y)=\sin(\pi(x-0.5)(y-0.5))$$

Розв'язок

$$\frac{\partial v_x}{\partial x}=\frac{\partial g}{\partial x}=\pi(y-0.5)\cos(\pi(x-0.5)(y-0.5)),\ \frac{\partial v_y}{\partial y}=\frac{\partial g}{\partial y}=\pi(x-0.5)\cos(\pi(x-0.5)(y-0.5)).$$

Використовуючи рівняння Ейлера-Лагранжа, матимемо

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}=-\pi^2\left((x-0.5)^2+(y-0.5)^2\right)\sin(\pi(x-0.5)(y-0.5)),\ (x,y)\in\left[\frac{1}{3};\frac{2}{3}\right]^2,$$

$$\varphi\left(\frac{1}{3},y\right)=f\left(\frac{1}{3},y\right),\varphi\left(\frac{2}{3},y\right)=f\left(\frac{2}{3},y\right),\varphi\left(x,\frac{1}{3}\right)=f\left(x,\frac{1}{3}\right),\varphi\left(x,\frac{2}{3}\right)=f\left(x,\frac{2}{3}\right).$$

На рис. 5 показано вставку зображення g у зображення f. Як бачимо, зображення f модифікувалось своєю серединою в результаті процедури вставки іншого зображення.

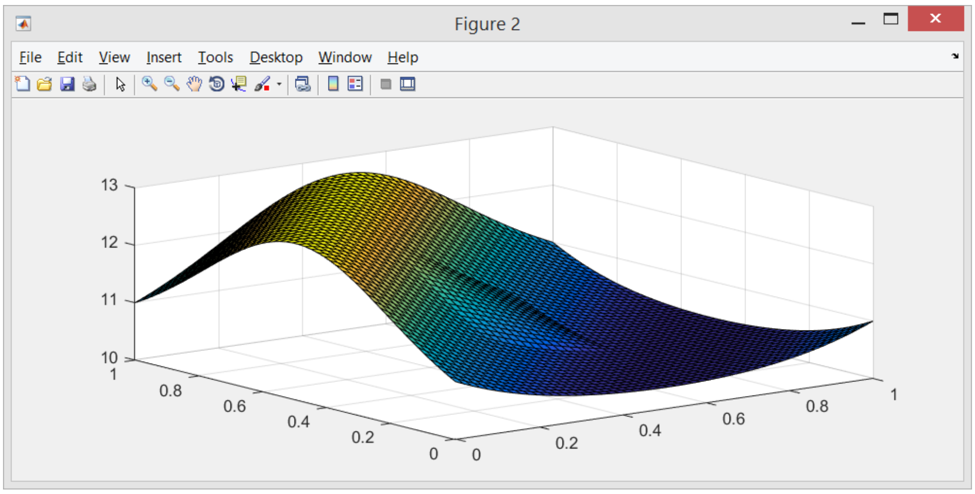


Рис. 5. Чисельний розв'язок поставленої задачі

Задача про редагування області зображення з використанням рівняння Пуассона

Що стосується задачі про редагування області, слід відзначити, що за допомогою граничних умов можна змінювати інтенсивність пікселів, що приводить до створення різних ефектів, таких як, ефект ночі та ефект зміни кольорової гами частини зображення.

Рис. 6. Приклад створення ефекту ночі

Тестування розроблених програм проводилось на різних зображеннях з різними розмірами. Приклади деяких з них наведено нижче.

Звісно ж, що для процесу відновлення зображення по полю градієнтів необхідно мати інформацію про граничні умови для даного зображення. Граничні умови, як вже було сказано, є різними. Вибір граничних умов призводить до відповідних ефектів, наприклад таких як ефект ночі, зміна кольорової палітри зображення, створення освітлювальних ефектів і тому подібні ефекти. За допомогою рівняння Пуассона можна фактично редагувати області зображення, видаляти небажані елементи зображення та замінювати на потрібні.

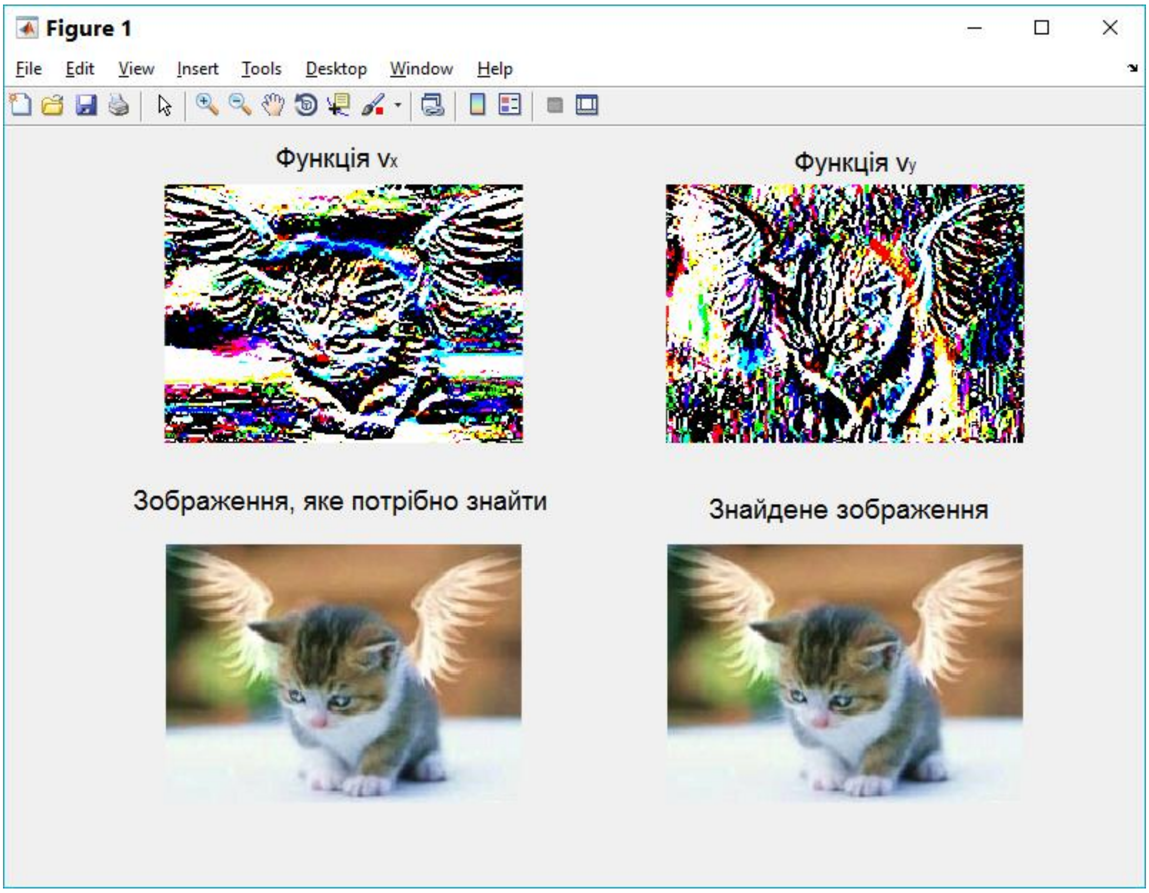


Рис. 7. Приклад відновлення зображення по полю градієнтів

Нижче наведена обробка ще одного зображення рівнянням Пуассона.

Слід також відмітити, що при змішуванні градієнтів можна також видалити небажані артефакти при обробці зображень. Зокрема такі артефакти можуть виникнути при безшовному клонуванні зображень.

На основі поставленої задачі можна вирішувати інші задачі, такі як перефарбовування зображення. Прикладом такої задачі є стандартна задача відновлення зображення по його градієнтному полю з ефектом ночі. Для того, щоб отримати такі граничні умови, потрібно від 255 відняти інтенсивності пікселів на границі області. Слід звернути увагу на те, що це не є процедурою інвертування кольорів у всіх точках зображення.

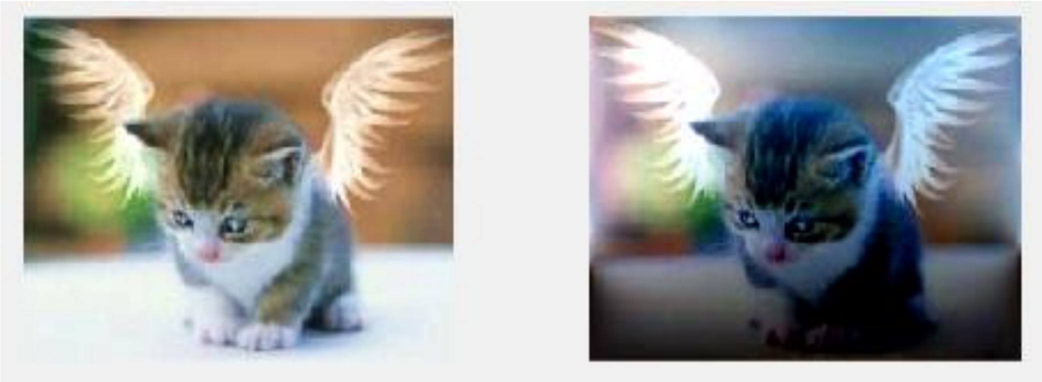


Рис. 8. Створення ефекту ночі

На рис. 9 показано ту ж саму процедуру відновлення зображення по полю його градієнтів. Граничні умови зліва та зверху стандартні, а знизу та справа – задано граничні умови Неймана, а саме, рівність нулю похідної. Результат наведений на рис. 9.

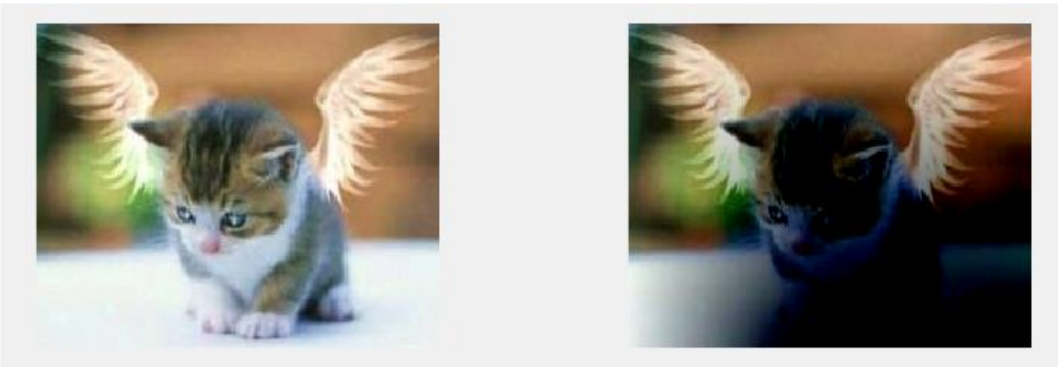


Рис. 9. Створення зміни світлового ефекту

Безшовне клонування області зображення

Тепер переходимо до нової підзадачі, яка спрямована на вставку меншого зображення у більше без швів. Для прикладу були взяті ті самі зображення, що і раніше.

Як бачимо на рис. 10 та рис. 11, що у вихідне зображення було виконано вставку чотирьох однакових зображень у різні частини вихідного зображення.

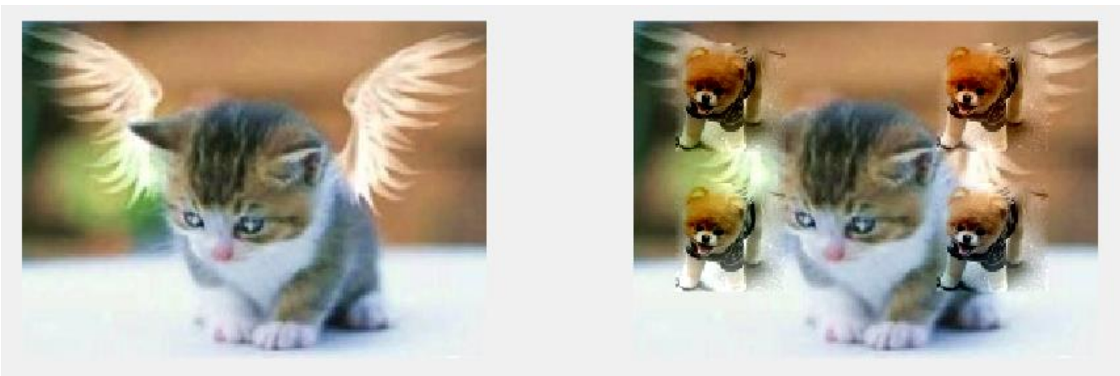


Рис. 10. Безшовне клонування зображень

Рис. 11. Безшовне клонування зображень

Безшовне клонування зі змішуванням градієнтів

При вставці зображення при звичайному безшовному клонуванні не було враховано, яке зображення знаходиться під тим, яке будемо вставляти. У цьому випадку виконується усереднення градієнтів зображення, яке вставляємо та зображення, яке знаходиться під тим, яке будуть вставляти у вихідне зображення. Як бачимо, що вставлені зображення стали трохи тьмяніші. Цей ефект був отриманий в результаті змішування (усереднення) градієнтів зображень.

Рис. 12. Безшовне клонування зображень зі змішуванням градієнтів

Рис. 13. Безшовне клонування зображень зі змішуванням градієнтів

ВИСНОВКИ

В ході виконання роботи були розроблені програми для обробки зображень за допомогою рівняння Пуассона. Для розв'язання рівняння Пуассона у кожній задачі використовується метод скінченних елементів та класична 5-точкова різницева схема. Система лінійних алгебраїчних рівнянь, яка отримується у результаті дискретизації рівняння Пуассона розв'язується методом Зейделя. Метод Зейделя також має ряд модифікацій для прискорення збіжності чисельного розв'язку СЛАР.

Список використаних джерел

1. Amit Agrawal, Ramesh Raskar, Shree K. Nayar, Yuanzhen Li, Removing photography artifacts using gradient projection and flash-exposure sampling, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.24 n.3, July 2005
2. Aseem Agarwala, Mira Dontcheva, Maneesh Agrawala, Steven Drucker, Alex Colburn, Brian Curless, David Salesin, Michael Cohen, Interactive digital photomontage, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.23 n.3, August 2004
3. Daniel Leventhal, Bernard Gordon, Peter G. Sibley, Poisson image editing extended, ACM SIGGRAPH 2006 Research posters, July 30-August 03, 2006, Boston, Massachusetts
4. Dong Xu, Hongxin Zhang, Qing Wang, Hujun Bao, Poisson shape interpolation, Proceedings of the 2005 ACM symposium on Solid and physical modeling, p.267-274, June 13-15, 2005, Cambridge, Massachusetts
5. Graham D. Finlayson, Steven D. Hordley, Mark S. Drew, Removing Shadows from Images, Proceedings of the 7th European Conference on Computer Vision-Part IV, p.823-836, May 28-31, 2002
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение_Пуассона
7. J. Sun, J. Jia, C.-K. Tang, and H.-Y. Shum. Poisson matting. ACM Trans. Graph., 23(3):315-321, 2004
8. James McCann, Nancy S. Pollard, Real-time gradient-domain painting, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.27 n.3, August 2008
9. Jianbing Shen, Xiaogang Jin, Chuan Zhou, Charlie C. L. Wang, Technical Section: Gradient based image completion by solving the Poisson equation, Computers and Graphics, v.31 n.1, p.119-126, January, 2007
10. Lena Gorelick, Meirav Galun, Eitan Sharon, Ronen Basri, Achi Brandt, Shape Representation and Classification Using the Poisson Equation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, v.28 n.12, p.1991-2005, December 2006
11. Michael Kazhdan, Hugues Hoppe, Streaming multigrid for gradient-domain operations on large images, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.27 n.3, August 2008
12. Michael Kazhdan, Matthew Bolitho, Hugues Hoppe, Poisson surface reconstruction, Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing, June 26-28, 2006, Cagliari, Sardinia, Italy
13. O. Sorkine, D. Cohen-Or, Y. Lipman, M. Alexa, C. Rossl, H.-P. Seidel, Laplacian surface editing, Proceedings of the 2004 Eurographics/ACM SIGGRAPH symposium on Geometry processing, July 08-10, 2004, Nice, France
14. Patrick Perez, Michel Gangnet, Andrew Blake, Poisson image editing, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.22 n.3, July 2003
15. Raanan Fattal, Dani Lischinski, Michael Werman, Gradient domain high dynamic range compression, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.21 n.3, July 2002
16. Ramesh Raskar, Adrian Ilie, Jingyi Yu, Image fusion for context enhancement and video surrealism, ACM SIGGRAPH 2005 Courses, July 31-August 04, 2005, Los Angeles, California
17. Seamless image stitching in the gradient domain by Anat Levin, Assaf Zomet, Shmuel Peleg, Yair Weiss — 2004 — In Eighth European Conference on Computer Vision (ECCV 2004)
18. T. Georgiev. Covariant derivatives and vision. In ECCV, pages IV: 56-69, 2006
19. Yizhou Yu, Kun Zhou, Dong Xu, Xiaohan Shi, Hujun Bao, Baining Guo, Heung-Yeung Shum, Mesh editing with poisson-based gradient field manipulation, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.23 n.3, August 2004
20. Захаров Е.В. Методическое пособие по курсу «Уравнения математической физики». Е.В. Захаров, И.В. Дмитриева, С.И. Орлик, М: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ, 2003.

Анотація. Костевич Б.О., Хайдуров В.В. Варіаційний підхід до обробки зображень з використанням рівнянь математичної фізики.

Рівняння Пуассона використовується у багатьох напрямах науки і техніки. Не дивлячись на те, що рівняння Пуассона історично виникло в процесі розв'язання задач математичної фізики, воно знаходить все більше застосовується і в інших областях, у тому числі в області обробки зображень. За недавній час у цій сфері з'явилася досить велика кількість серйозних робіт, які пропонують алгоритми з використанням рівняння Пуассона у найрізноманітніших завданнях. У роботі були розглянуті наступні задачі: задача про відновлення зображення по полю градієнтів, задача безшовного клонування, задача клонування зі змішуванням градієнтів зображень, задача про редагування області зображення, задача про створення ефекту ночі та зміни освітлюваності. Також досліджено основний принцип переходу від варіаційної постановки задачі при обробці зображень до крайової задачі з використанням самого рівняння Пуассона. Реалізовано інші задачі обробки зображень рівнянням Пуассона у середовищі MatLab. Кожна з розглянутих задач використовує варіаційний підхід для отримання шуканого розв'язку.

***Ключові слова**: рівняння Пуассона, квадратичний функціонал, поле градієнтів, відновлення зображення по його полю градієнтів.*

Аннотация. Костевич Б.А., Хайдуров В.В. Вариационный подход к обработке изображений с использованием уравнений математической физики.

Уравнения Пуассона используется во многих направлениях науки и техники. Несмотря на то, что уравнения Пуассона исторически возникло в процессе решения задач математической физики, оно находит все большее применение и в других областях, в том числе в области обработки изображений. За недавнее время в этой сфере появилось достаточно большое количество серьезных работ, которые предлагают алгоритмы с использованием уравнения Пуассона в самых задачах. В работе были рассмотрены следующие задачи: задача о восстановлении изображения по полю градиентов, задача бесшовного клонирования, задача клонирования со смешиванием градиентов изображений, задача по редактированию области изображения, задача о создании эффекта ночи и изменения освещенности. Также исследовано основной принцип перехода от вариационной постановки задачи при обработке изображений к краевой задаче с использованием самого уравнения Пуассона. Реализовано другие задачи обработки изображений уравнением Пуассона в среде MatLab. Каждая из рассмотренных задач использует вариационный подход для получения искомого решения.

***Ключевые слова**: уравнение Пуассона, квадратичный функционал, поле градиентов, восстановления изображения по его полю градиентов.*

Abstract. Kostevich B.O, Haydurov V.V. Variational approach to image processing using the equations of mathematical physics.

Poisson's equation is used in many areas of science and technology. Despite the fact that the Poisson equation historically occurred in the solutions of mathematical physics, it is increasingly being used in other fields, including the field of image processing. During recent times in this area there was quite a lot of serious work, which offer algorithms using the Poisson equation in the most problems. The paper addressed the following problems: the problem of reconstructing the image on the gradient field, the task seamless cloning, cloning problem with mixing image gradients, the task of editing the image area, the problem of creating a night-light effect and change. Also it studied the basic principle of a transition from the variational formulation of the problem in image processing to the boundary value problem using the Poisson equation itself. Realized other Eq image processing tasks Poisson in MatLab environment. Each of the considered problems using variational approach to obtain the desired solution.

***Keywords**: Poisson equation, quadratic functional, field gradients, image restoration in his field gradients.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

scientific journal

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Кравченко В.І. Совершенствование математической подготовки бакалавров компьютерных наук при освоении дисциплины физическое воспитание // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 61-66.

Kravchenko V.I. Improvement of mathematical training of bachelors of computer science in the development of the discipline of physical education // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 61-66.

УДК 796.01:61

В.І. Кравченко
Донбасская государственная машиностроительная академия, Украина
kit@dgma.donetsk.ua

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

Современная подготовка высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий, невозможна без непрерывного совершенствования математических знаний, полученных при изучении базового курса высшей математики, в преподавании которого в последнее время наметились некоторые отрицательные тенденции, связанные как, с не всегда обоснованным увеличением объемов самостоятельных работ, так и с передачей некоторых тем дисциплины с профильной на выпускающие кафедры [1 - 6]. Последнее обстоятельство заставляет выпускающую кафедру, учебный процесс на которой жестко связан требованиями образовательного стандарта по компьютерным наукам [7], изыскивать резервы для повышения уровня математической подготовки студентов за счет тесного взаимодействия с кафедрами, обеспечивающими гуманитарные и социально-экономические дисциплины. Одной из таких кафедр является кафедра физического воспитания, осваивая дисциплины которой студенты не только занимаются физподготовкой, улучшая свое здоровье, но и в качестве самостоятельной работы пишут рефераты на различные темы, преимущественно по физкультуре и спорту [8, 9]. Актуальным вкладом в такие рефераты – комплексные самостоятельные работы, было бы включение элементов математического моделирования, алгоритмизации и программирования, что позволило бы повысить как математический, так и профессиональный уровень подготовки будущих специалистов по информационным технологиям.

Методика сочетания занятий по математике и физкультуре достаточно отработана в виде системы бинарных уроков в общеобразовательной школе и находит свое дальнейшее развитие по пути использования информационных технологий в преподавании физкультуры [10, 11]. Однако это возможно, только если взаимодействие выпускающей и общеобразовательной кафедр строится на основании следующих основных принципов [7]:

1. Системности и строгости. Содержание комплексной самостоятельной работы формируется на основании фундаментальных положений математики, теории физического воспитания и современных информационных технологий.

2. Непрерывности и целостности. Работа строится с учетом знаний по физической культуре, математике и информатике, накопленных студентами за предыдущий период обучения и возможности ее продолжения, а так же дальнейшего развития вплоть до уровня квалификационной бакалаврской дипломной работы соответствующей тематики. Во избежание перегруза студентов самостоятельной работой не допускается использование при написании рефератов математических методов и алгоритмических приемов еще не освоенных дисциплин.

3. Практического ориентирования. Программное обеспечение, разработанное в процессе выполнения комплексной работы должно реально автоматизировать некоторую сторону деятельности общеобразовательной или выпускающей кафедр. Рациональным было – бы создание в конечном итоге специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) преподавателя.

Цель настоящей работы – совершенствование подготовки бакалавров компьютерных наук за счет применения математических методов и информационных технологий в сфере автоматизации организационного управления учебным процессом, осуществляемым преподавателем кафедры физического воспитания.

Научную новизну работы составляют информационная и математическая модели, описывающие бизнес процесс деятельности преподавателя, а также соответствующее программное обеспечение.

Основные задачи работы заключаются в следующем:

- изучить предметную область деятельности преподавателя кафедры физического воспитания, его функции и выделить главный бизнес процесс;

- разработать информационную и математическую модели включая алгоритм, интерфейс и программу для автоматизации оргдеятельности преподавателя.

Предметную область деятельности преподавателя кафедры физической культуры (тренера) составляет сфера формирования здорового образа жизни у студентов и сотрудников ВУЗа. Для выделения основного бизнес процесса, на основании которого и будет разработана информационная модель, рассмотрим действия преподавателя по организации, предусмотренного учебным планом основного учебного процесса и занятий по различным спортивно-оздоровительным секциям. Приступая к спортивным занятиям, инструктор вынужден учитывать большое количество взаимосвязанных между собой факторов:

- индивидуальные физические данные обучаемых, их антропометрические характеристики и физические индексы, а также среднее значение этих показателей в каждой, закрепленной за ним студенческой группе;

- отклонения в физическом развитии тренируемых, наличие хронических заболеваний и расстройств;

- величину физической нагрузки допускаемой с учетом индивидуальных особенностей обучаемых, группы в целом и проч.

Таким образом, организуя оздоровительное занятие, преподаватель должен знать анамнез, т.е. выявить уровень физического развития и функционального состояния организма, возможные ограничения по здоровью каждого обучаемого для допуска к занятиям и индивидуального дозирования физической нагрузки, а затем правильно установить режим физической нагрузки, рекомендовать комплекс упражнений и контролировать его выполнение в течении заданного времени (в динамике). В связи с этим основным бизнес процессом в деятельности тренера является определение, учет и контроль оздоровительно – физических нагрузок студентов.

Математическая модель определения и учета оздоровительно – физических нагрузок, показатели которой пересчитываются и автоматизировано анализируются в динамике оздоровительного процесса, позволяет оценить степень влияния предписанных физических упражнений на здоровье студентов.

Определение антропометрических характеристик и физических индексов, включает в себя:

- расчет физических показателей студента с помощью пробы Руфье – Диксона для оценки работоспособности сердца при физической нагрузке;

- расчет индекса массы тела;

- расчет суточной калорийности питания по усовершенствованной формуле Харриса-Бенедикта.

Оценка работоспособности сердца J при физической нагрузке производится по формуле:

$$J = [4*(P_1 + P_2 + P_3) - 200]/10, \tag{1}$$

где P_1 – частота пульса в покое, измеренная за 15 сек., P_2 - частота пульса, измеренная в первые 15 сек. после 30 приседаний, выполненных за 45 сек., P_3 - число пульсаций за последние 15 сек. первой минуты периода восстановления.

Индекс массы тела Y рассчитывается по формуле:

$$Y = M/H^2, \tag{2}$$

где M — масса тела, кг; H — рост, м.

Расчет суточной калорийности питания BMR, зависит от пола и для мужчин вычисляется по формуле:

$$BMR = 88,362 + (13,397*M) + (4,779*H) - (5.677*R), \tag{3}$$

где R – возраст, лет.

Аналогичная формула используется при вычислении суточной калорийности питания и для женщин.

Помимо формул (1–3) в модели используется не описываемые в настоящей работе дополнительная нормативно – справочная информация и соответствующий математический аппарат, позволяющий оценить, является ли значение данного фактора нормальным или имеются отклонения и в какую сторону.

Информационная модель учета и контроля оздоровительно – физических нагрузок поддерживает следующие этапы организационной работы преподавателя:

- регистрация анкетных данных студентов (ФИО, факультет, курс, группа и проч.);
- определение анамнеза обучаемых путем расчета индексов по формулам (1–3) и фиксации дополнительных показателей;
- формирование индивидуальных комплексов спортивно – оздоровительных упражнений и диет;
- выдача комплекса и рекомендаций по его применению обучаемому, ознакомление его со сроками выполнения, видом контроля и отчетности;
- учет, контроль и корректировка хода спортивно – оздоровительного процесса, формирование базы данных (БД) и составление отчета о проделанной работе.

Модель процесса, описывающая входы – выходы, исполнителей и правила, по которым выполняется процесс, представлена на рис 1. Это SADT – диаграмма нулевого уровня, применяемая для описания принципиальной взаимосвязи данных, исполнителей, обрабатывающих эти данные и правил по которым они обрабатываются. Затем эта диаграмма детализируется на несколько уровней, что позволяет получить сравнительно точную концептуальную и функциональную модель БД [12].

Основным исполнителем бизнес-процесса является тренер. Автоматизируемый бизнес процесс – «Определение, учет и контроль оздоровительно – физических нагрузок студентов», (см. рис. 1).

Входной информацией, которая подвергается обработке и показана с левой стороны блока, являются данные для определения анамнеза и расчета показателей (P_1, P_2, P_3, M и проч.). Управляющей информацией (стрелки сверху блока на рис. 1) служит алгоритм обработки математической модели (1 – 3) и правила, регламентирующие работу по занесению информации в базу данных. Обработанные преподавателем (стрелка в низу блока) данные превращаются в документы – комплекс упражнений, распечатку анамнеза, диеты и прочие отчеты, электронные копии которых записываются на носители БД (стрелки справа блока). Более подробное описание диаграммы приведено в табл. 1.

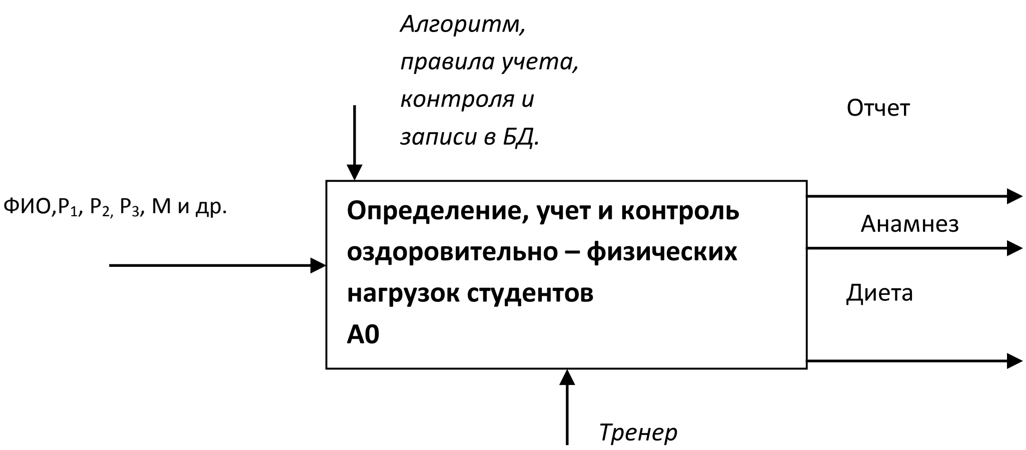


Рис. 1. Контекстная структурно-функциональная диаграмма бизнес – процесса

Рабочее проектирование АРМа для определения, учета и контроля оздоровительно – физических нагрузок студентов осуществлялась как аппарат БД с помощью языка для создания Web-приложений – Ruby, кроссплатформенная реализация которого является полностью свободной. Использовался фреймворк Ruby on Rails. Приложение содержит главную форму, которая после ввода пароля предоставляет преподавателю различные сервисы. На рис.2 приведена экранная форма для тестирования студента пробой Руфье – Диксона.

Таким образом, в результате реализации настоящего АРМ - повышен уровень автоматизации организационно – методической работы преподавателя кафедры физического воспитания, что, несомненно, скажется на укреплении здоровья студентов и сотрудников ВУЗа. Достигнуто улучшение математической подготовки бакалаврата направления компьютерные науки. Выпускающая кафедра, соблюдая принципы непрерывности, целостности и практического ориентирования повысила уровень математической подготовки студентов. Для студентов машиностроительного профиля расширены понятия предметной области спортивно – медицинских знаний, в которых можно успешно применять математику. Существенно повышается качество самостоятельной работы бакалавров компьютерных наук, поскольку оригинальная тематика комплексных самостоятельных работ практически исключает наличие каких - либо аналогов, списывание и плагиат. Последнее обстоятельство побуждает студентов активно работать с библиографией. Кроме того, взимосотрудничество способствует повышению профессиональной квалификации преподавателей выпускающей и общеобразовательной кафедр.

Таблица 1

Содержание контекстной SADT- диаграммы нулевого уровня

№	Входы	Выходы	Управление	Исполнитель
A0	Фамилия И.О. Факультет/Кафедра Курс Группа Дата заполнения Рост Масса тела Частота пульса Адрес, телефон E-mail	**Отчет**: Фамилия И.О. Факультет/Кафедра, Курс, Группа, Дата заполнения, Рост Масса тела, Частота пульса, Адрес, телефон, E-mail, Комплекс упражнений, Тренировочный режим, распорядок дня **Анамнез**: проба Руфье – Диксона *J,* Индекс массы тела *Y, BMR* **Диета. Запись в БД**	Алгоритм, правила учета, контроля и записи информации в БД. Регламент размещения данных в локальной и глобальной сетях	Преподаватель (Тренер)

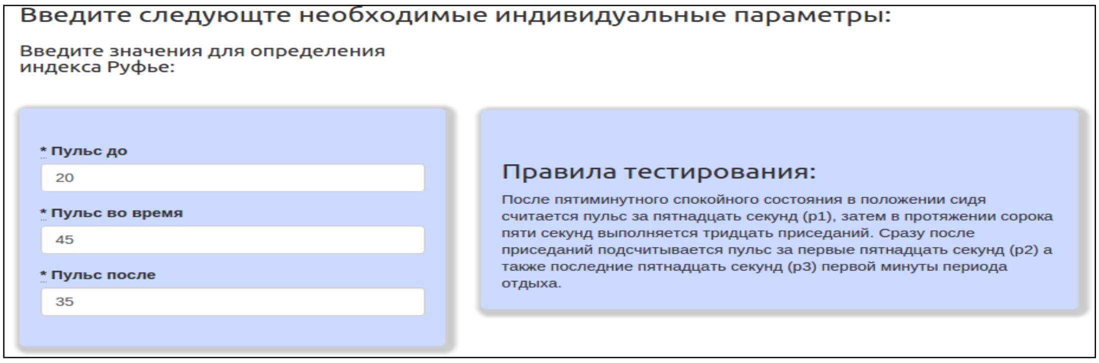


Рис. 2. Исходные данные для расчета анамнеза

Дальнейшее развитие научных разработок в данном направлении - применение методов математического моделирования и алгоритмизации не только при совместной работе выпускающей кафедры с кафедрой физвоспитания, но и при выполнении самостоятельных работ совместно другими общеобразовательными и гуманитарными кафедрами.

Список использованных источников

1. Кравченко В.И. Математическое моделирование в самостоятельной работе студентов специальности ИТП при изучении дисциплин гуманитарной подготовки / В.И. Кравченко, В.В. Кравченко // Збірник науково-методичних робіт. – Вип. 8. – Донецьк: ДонНТУ, 2013. – С. 144–151.
2. Григоренко В. Методологія математики як компонента змісту освіти та джерело розвитку мислення // Вища шк. – 2006. № 5-6. – С. 28-33.
3. Кравченко В.В. Об особенностях общематематической подготовки студентов специальности ИТП / В.В.Кравченко, А.Н. Обухов, В.И. Кравченко // Студенческий вестник ДГМА. – 2005. – С. 203-205.
4. Морозова Т. Вища комп'ютерна освіта та ІТ – індустрія / Т. Морозова, І. Мендзебровський, Ю.Пероганич // Вища шк. – 2008. № 3. – С. 40-48.
5. Кравченко В.І. Моделювання систем: досвід та перспективи викладання дисципліни / В.І. Кравченко, В.В.Кравченко, Ю.А. Шабаліна Ю.А., - Вища школа, №6 – 2009, С. 48–54.
6. Кравченко В.И. Совершенствование математической подготовки будущих IT-специалистов с машиностроительным профилем обучения / В.И. Кравченко, О.В. Вермей // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2010. – № 4. – С. 52-58.
7. Галузевий стандарт вищої освіти України з напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки»: Збірник нормативних документів вищої освіти. – К.: Видавнича група BHV, 2011. – 85 с.

8. Хей Луиза Л. Настройся на здоровую жизнь. – М.: «ОЛМА – ПРЕСС», 2006. – 192 с.
9. Кравченко В.В. Здоровье студентов и лечебная фізкультура/ В.В. Кравченко, В.И. Филинков, В.И.Кравченко // Студентськії вісник ДДМА: Тематич. збірник наук. праць, ДДМА, 2004. – С.256-259.
10. Багизаева Р.Б. Бинарный урок математика – физкультура [Электронный ресурс] / — Режим доступа: http:// pedportal.net›Старшая школа›…-matematika-fizkultura…
11. Кравченко В.В. Информационные технологии в преподавании физкультуры / Кравченко В.В., Филинков В.И., Кравченко В.И. - Студенческий вестник ДГМА. – 2007. –С. 215-220.
12. Сагайда П.І. Розробка та організація баз даних у системах автоматизації проектування та управління. – Краматорськ: ДДМА, 2003. – 160 с.

Анотація. Кравченко В.І. Вдосконалення математичної підготовки бакалаврів комп'ютерних наук при освоєнні дисципліни фізичне виховання.

Неможливість підготовки висококваліфікованих фахівців у галузі інформаційних технологій без безперервного вдосконалення математичних знань і скорочення обсягів аудиторних занять з дисциплін математичного циклу, що проводяться профільною кафедрою, спонукає випускаючу кафедру комп'ютерних інформаційних технологій шукати резерви для підвищення рівня математичної підготовки студентів за рахунок інтенсифікації навчального процесу шляхом тісної взаємодії з кафедрою фізичного виховання, здійснюваного проведенням міжкафедральної комплексної самостійної роботи. Досліджується предметна область діяльності викладача кафедри фізичної культури щодо формування здорового способу життя у студентів і співробітників ВУЗу. Виділяється основний бізнес-процес, що полягає у визначенні, обліку і контролі оздоровчо – фізичних навантажень студентів з допомогою проби Руф'є – Діксона, індексів маси тіла, добової калорійності харчування, на підставі яких розробляються інформаційна та математична моделі. З використанням методології функціонального моделювання SADT проводиться алгоритмізація основного бізнес-процесу і створюється маюче практичну спрямованість автоматизоване робоче місце викладача – спеціаліста по фізкультурі і спорту. Робоче проектування АРМа для визначення, обліку і контролю оздоровчо – фізичних навантажень студентів або співробітників ВУЗу здійснюється як додаток баз даних за допомогою вільно розповсюджуваної мови програмування Web-розробок – Ruby із застосуванням фреймворку Ruby on Rails.

Ключові слова: *математика, фізична культура, проба Руф'є – Діксона, дієта, математична модель, SADT - діаграма, АРМ, фреймворк Ruby on Rails.*

Аннотация. Кравченко В.И. Совершенствование математической подготовки бакалавров компьютерных наук при освоении дисциплины физическое воспитание.

Невозможность подготовки высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий без непрерывного совершенствования математических знаний и сокращение объемов аудиторных занятий по дисциплинам математического цикла, проводимых профильной кафедрой, побуждает выпускающую кафедру компьютерных информационных технологий искать резервы для повышения уровня математической подготовки студентов за счет интенсификации учебного процесса путем тесного взаимодействия с кафедрой физического воспитания, осуществляемого проведением межкафедральной комплексной самостоятельной работы.

Исследуется предметная область деятельности преподавателя кафедры физической культуры по формированию здорового образа жизни у студентов и сотрудников ВУЗа. Выделяется основной бизнес процесс, заключающийся в определении, учете и контроле оздоровительно – физических нагрузок студентов с помощью пробы Руфье – Диксона, индексов массы тела и суточной калорийности питания, на основании которых разрабатываются информационная и математическая модели. С использованием методологии функционального моделирования SADT производится алгоритмизация основного бизнес процесса и создается имеющее практическую направленность автоматизированное рабочее место преподавателя – специалиста по физкультуре и спорту. Рабочее проектирование АРМа для определения, учета и контроля оздоровительно – физических нагрузок студентов или сотрудников ВУЗа осуществляется как приложение баз данных с помощью свободно распространяемого языка программирования Web-разработок – Ruby с применением фреймворка Ruby on Rails.

Ключевые слова: *математика, физическая культура, проба Руфье – Диксона, диета, математическая модель, SADT- диаграмма, АРМ, фреймворк Ruby on Rails.*

Abstract. Kravchenko V.I. Improvement of mathematical training of bachelors of computer science in the development of the discipline of physical education.

The impossibility of preparing highly qualified specialists in the field of information technology without continuous improvement of mathematical knowledge and the reduction of classroom teaching in the disciplines of mathematical cycle conducted by the relevant Department, encourages the Department of computer information technology to find reserves to increase the level of mathematical training of students due to the intensification of the educational process through close interaction with the Department of physical education carried out by carrying out a comprehensive inter-departmental independent work.

Explores the subject area of activity of the teacher of chair of physical culture on forming of healthy lifestyle among students and staff of the University. Is the main business process, which consists in determining, accounting and control of health and physical activity of students using a sample Rufe – Dixon, indexes, body mass and daily caloric intake, on the basis of the information and mathematical models. Using the methodology of functional modeling SADT is algorithmization of the main business process and creates an action-oriented automated workplace of the teacher – specialist in physical culture and sport. Detailed design of ARM for identifying, accounting for and control of health and physical activity of students or staff of the University is as a database application using the freely distributable programming language Web development – Ruby using the Ruby on Rails framework.

Keywords: *mathematics, physical education, alloy Rufe Dickson, diet, mathematical model, SADT - diagram, AWS, Ruby on Rails framework.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Ленчук І.Г. Геометрична пiготовка вчительських кадрів в університетах україни: акценти на конструктивізм // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 67-71.

Lenchuk I.G. Geometric teacher training in universities of Ukraine: the emphasis on constructivism // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 67-71.

УДК 514.115:744.43:378.147

І.Г. Ленчук
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

ГЕОМЕТРИЧНА ПІГОТОВКА ВЧИТЕЛЬСЬКИХ КАДРІВ В УНІВЕРСИТЕТАХ УКРАЇНИ: АКЦЕНТИ НА КОНСТРУКТИВІЗМ

Конструктивізм в елементарній евклідовій геометрії традиційно не пропагується. Пріоритети в навчанні належать формально-логічному підходу. Однак об'єктом дисципліни «Геометрія» є **фігура**, а головним засобом навчання – **рисунок** (*модель*). Дію моделювання визнано методом наукового пізнання, що проявляється в наочно-образному вивченні оригінального об'єкта шляхом залучення ізоморфного замінника. До того ж, **наочність** є фундаментальним принципом дидактики: «Початок пізнання завжди випливає з відчуттів, тому навчання слід починати не зі словесного тлумачення про речі, а з реального спостереження за ними» [5].

Постановка проблеми. Одним з основних розділів *педагогічної психології* є *психологія навчання*, у проблематиці якої пріоритетне місце відведено *вивченню процесу засвоєння знань*. У свою чергу, процес засвоєння знань тісно пов'язаний із **застосуванням набутих знань на практиці**. Знання для того і здобуваються, щоб у навчанні, на виробництві та в суспільному житті ними користуватися. *Самостійне оперування вже одержаними знаннями* вважається однією з важливих умов ефективного засвоєння знань. Іншими словами, якісне засвоєння знань неможливе без їх кваліфікованого застосування.

Важливою складовою *психології навчання* є проблема *мотивації учіння*. Від ставлення особистості до навчальної діяльності, від його власної мотивації залежить *ефективність засвоєння знань*. Здавалося б, в університеті не може бути студента не вмотивованого фахом учителя математики, адже він самостійно обрав цей напрям професійної діяльності. Й тому кожен математичний предмет є «жаданим» для ґрунтовного засвоєння. Проте геометрія, будучи серед інших однією з основоположних дисциплін, далеко не всім дається легко. На це є кілька причин. По-перше, *геометрія в ЗОШ не цікава* заформалізованим викладанням, обчислювальною однобокістю. По-друге, в ній майже *відсутні задачі з істинно геометричним змістом практичного і прикладного характеру*. Й по-третє, **недостатньо якісна підготовка вчителя**, який навчає школярів геометрії. *Останнє, власне, є* **першопричиною!** Суть важливим розділом *психології навчання* є також питання особистісної *психології вчителя*: *предметний професіоналізм*, індивідуальний стиль роботи, схильність до педагогічної діяльності, взаємовідносини педагога з учнями і т. ін. Отже, студент 1-го курсу, «відлучений» за період навчання від фактологічної евклідової геометрії (не без участі вчителя), психологічно і за фактичним дефіцитом елементарних знань розумом не готовий до опанування вищої геометрії.

З'ясування недоліків у навчанні, виявлення форм і методів *засвоєння* знань, омріяне *мистецтво вчитися* додають професійних компетентностей учителю-геометру, диктують методологію роботи з учнями на освітянській ниві.

Вже *набуті знання* мають вельми специфічну особливість, оскільки ними користуються не тільки в межах вивчуваного предмета, але й із задумом, свідомо переносять в інші галузі науки і техніки, переймаються в нових видах теоретичної і практичної діяльності. Коли ж мова йде про геометричні знання, вони потрібні всюди – розпочинаючи з буденних побутових ситуацій і закінчуючи проблемами аерокосмічних досліджень. Недарма ще в ту давню пору німецький астроном, один із творців астрономії нового часу І. Кеплер (1571-1630) розумів, що «*Геометрія є прообразом* ***краси*** *світу*».

Про людину, в якої належним чином *сформовані стереотипи просторового* і *логічного мислення*, розвинуті *вміння уявляти в думці* будь-які фігури, предмети не лише нерухомими, але й у динаміці, власноруч видозміненими у візуальних закономірних перетвореннях, говорять, що він ґрунтовно, дисципліновано розмірковує, «бачить розумом» уявлювану ситуацію. *Психологією навчання* з'ясовано, що такі цінні якості виникають і розвиваються головним чином у процесі навчання математики і, в першу чергу, при розв'язуванні *задач* (особливо, *геометричних*). «**Мистецтво** *розв'язувати геометричні задачі* чимось нагадує трюки ілюзіоністів – іноді, навіть знаючи розв'язок задачі, важко зрозуміти, як можна було до нього додуматися» [8, с. 41].

Аналіз останніх досліджень. Геометрії належить особливе місце серед когорти природничо-математичних наук, вона вирізняється своєю *естетичною привабливістю*, *візуально підкресленою красою*. **Найпершу з наук** древні вважали **неперевершеною школою мудрості.** Належне опанування дисципліни розвиває і шліфує мислення. В XVII столітті Б. Паскаль із цього приводу писав: «Серед рівних розумом – при однакових інших умовах – *має перевагу той*, *хто знає геометрію*» [3, с. 115]. Йому вторує Ф. Прокопович: «А якщо хтось ґрунтовніше бажає пізнати *переваги*, *які має* геометрія, нехай знає, що *жодна з наук про полегшення й покращення людського життя без неї не змогла б виникнути*, *ні вдосконалюватись*…» [9, с. 105]. Яскраво, красномовно ідеалізував геометрію акад. Александров О.Д.: «Особливість елементарної геометрії серед інших складових математики полягає в тому, що вона *об'єднує в собі сурову* **логіку** *з* **наочним уявленням,** *логічний аналіз – із цілісним синтетичним сприйняттям предмета*. Можна сказати, що за суттю своєю *геометрія і є не що інше, як* органічне поєднання *суворої логіки з наочним уявленням*: наочне уявлення *пронизане і організоване* суворою логікою, і логіка, *пробуджена* наочним уявленням. Там, де немає однієї з цих сторін, немає і справжньої геометрії**»** [1, с. 282-283]. Відомий математик констатував *нерозривне переплетіння* в геометрії *логіки речей з їх* наочним *уявленням*. Тут одне без іншого не животворне. *Лише методи* умоглядного **конструктивізму** у змозі ефективно представити такі тісні зв'язки. Без професійного учіння курсу «Конструктивна геометрія» неможливо викликати справжній, живий інтерес до науки і досягти **системного** засвоєння потужного, самобутнього, специфічного **методу живого оперування об'єктами**. *Опанування цього методу – одна з найбільш важливих цілей освіти*! *І*, *перш за все*, *для майбутнього педагога-математика*.

Розв'язуючи суто геометричні задачі, суб'єкт навчання використовуючи прийоми дидактики займається *активною* навчально-пізнавальною діяльністю, що входить до системи інтелектувльних розумових і практичних дій, спрямованих на досягнення певної мети (Д.Н. Богоявленський, З.І. Слєпкань). У цьому сенсі Н.Ф.Тализіна підкреслює: «У процесі розв'язування задач людина, як правило, застосовує не окремі дії, а цілі системи. Звичайно таку сукупність дій, яка приводить до розв'язання задачі певного класу, називають **прийомом**, **способом** або **методом** розв'язання» [12, с. 196]. Під *процесом розв'язування задач*, який ретельно досліджується психофізіологією, розуміють складну аналітико-синтетичну діяльність, що проявляється у спрямованій взаємодії пізнаючого і мислячого суб'єкта навчання з об'єктивним змістом задачі. Найповніше **основні функції задач** у навчанні виділено Ю.М. Колягіним і Д.С. Зайналовим. Їх чотири: *навчальна*, *виховна*, *розвивальна* і *контролююча* [4].

Мета статті. Традиційні програми і навчальні плани опанування евклідової геометрії в педагогічних університетах України недосконалі. В них свідомо передбачено одностороннє, поверхневе, виключно формально-логічне знайомство суб'єкта освітянського процесу з основами найпершої з наук. Ми ж, апелюючи до канонів педагогічної психології та впроваджуючи пріоритетним конструктивно-генетичний метод дій, ставимо завдання переорієнтувати процес навчання засобами геометрії на особистісний розвиток майбутнього вчителя і вихователя, спрямовуючи його на творче формування професійного розуму і фаховості. Це тим більше важливо, що наука «Геометрія» є істинно природною, найбільш практичною, прикладною. Вона – всюдисуща.

Виклад основного матеріалу. Спираючись на набутий педагогічний досвід, стверджуємо, що серед розмаїття геометричних пропозицій особливе місце займають пропозиції **конструктивного** характеру, адже в колі студентів вони є ***новими задачами*-проблемами**, якими на рівні середньої освітянської ланки не переймаються. Тут характерними є: нетрадиційні способи досягнення результату – міркування (аналіз) в уявленнях з їх наступним наочно-образним втіленням на зображеннях; наповненість ущерть поняттями і фактами, які слід вилучати розумом із пам'яті з метою педагогічно виваженого, доречного застосування; помітно більша варіативність методів і засобів дій, ніж в обчислювальних пропозиціях; строга алгоритмізація та візуальна **краса** динаміки власноруч здійснюваного бінарного моделювання. В основі процесу конструювання ліній і поверхонь у прикладній геометрії лежить **графічний** і **графоаналітичний** методи. Научіння в такому стилі евклідової геометрії надто важливе в розумовому розвитку думаючої особистості, адже *співвідношення* ***учіння*** *і* ***розвитку*** є однією з важливих теоретичних проблем психології навчання, яка тісно стикується з дидактикою і, зокрема, з методикою навчання ***геометрії***.

Тепер розглянемо перераховані вище основні функції задач виключно з позицій навчання евклідової геометрії ***на основі конструктивного підходу***.

1. **Навчальна** функція задач спрямована на формування в майбутніх учителів математики **системи** *геометричних знань*, *умінь* і *навичок* на різних етапах їх засвоєння. Безсумнівно, сповна реалізувати цю функцію у студентській аудиторії можна за умов максимального насичення геометричних курсів різнохарактерним за змістом і ступенем складності задачним матеріалом. Це мають бути позиційні та метричні задачі на **обчислення**, **доведення** і, звичайно ж, на **побудову**. *Ніде* в навчанні *так ємко і повно не* **застосовуються набуті знання**, *як у задачах*, *зорієнтованих на* ***конструктивно-генетичний*** *метод*.

2. **Виховна** функція задач (надто **прикладного характеру**) спрямована на формування наукового світогляду, пізнавального інтересу, культури мислення і поведінки, навичок пізнавальної праці, правового, екологічного, естетичного, економічного, патріотичного виховання, на з'яву інших позитивних якостей особистості. Візуальне моделювання шляху розв'язання задачі є наочно-образним проявом **краси геометрії**, як **методу пізнання світу**, а естетично привабливе оформлення результату в різних варіаціях, його достовірність, оцінена й перевірена безпосередньо за якісним рисунком, мотивує учіння, додає віри до першонауки, морального задоволення від успішно виконаної роботи.

3. **Розвивальна** функція задач спрямована на розвиток усталених уявлень і уяви, просторового та логічного мислення в наочних образах, на формування розумових дій, поданих щоразу вербально і візуально, прийомів активної розумової діяльності, пізнавальної самостійності, творчості, алгоритмічної та інформаційної культури, акуратності і старанності в роботі, пам'яті, уваги тощо. Винятково шляхом розв'язування задач конструктивно-генетичним методом ефективно розвиваються і удосконалюються навички **виконання** та **читання** проекційних *креслень*, адже креслення до нині вважають **єдиною мовою**, якою професійно володіють технічно грамотні люди в усьому світі.

4. **Контролююча** функція задач спрямована на встановлення рівнів навченості, здібності до самостійної діяльності, сформованості пізнавальних інтересів, належного рівня математичного (**геометричного**) розвитку. Ніяким іншим різновидом контролю не вдається так мітко і вичерпно встановити якість і повноту знань суб'єкта навчання, як через завдання унаочнення й покрокового моделювання задач з істинно геометричним змістом. Вони на піку навчання.

Психологи та досвідчені практики освіти, науки і техніки, промисловості, будівництва тощо у своїх дослідженнях доходять висновку, що не завжди випускник ВНЗ, який навчився теоретично міркувати і навіть застосовувати знання при розв'язуванні навчальних пропозицій з абстрактними даними, у змозі реалізовувати адекватну систему дій у реальних ситуаціях суспільного життя чи виробництва. З цього приводу Д.Н. Богоявленський і Н.А. Менчинська доречно зауважували: «… *завершальним етапом у розвитку розумових операцій учнів є* не становлення розумової дії, а *реалізація* або *втілення розумової дії у практичній діяльності*» [2, с. 328; 11, с. 163].

Ми, навчаючи **геометрії** у стінах педагогічних університетів, якісним рисунком моделюємо в уявленнях оригінальну просторову ситуацію, виконуємо закономірні позиційні та метричні побудови; заміряємо з вірного й наочного зображення відстані, градусну міру кутів, площі та поверхні фігур; здійснюємо розгортання поверхонь тіл і згортаємо їх у моделі; проводимо оцінку рисункових випробувань. Відповідні теми **аналітичної** і **диференціальної** геометрії, додаючи реалізму предмету, доповнюємо параметричними рівняннями кривих другого порядку «в інженерному варіанті задавання» та у «місцевій» системі координат. Цим спрощується формально-геометрична апроксимація кривих хордами, дотичними і (або) січними з метою ефективного (комп'ютерного) обчислення довжин контурів, площ і габаритів «деталей», обмежених у кусках такими кривими (див., напр., [6, 7]). Візуально, в динаміці дій демонструємо наближені способи розгортання нерозгортуваних поверхонь і їх комплексів та каркасного способу конструювання різноманітних поверхонь (однопорожнинний і гіперболічний параболоїди, косий циліндр, поверхні фюзеляжу і крила літального апарату тощо). Застосовуємо конфігураційні теореми до розв'язування задач «на місцевості», в яких дано «неприступні» точки чи прямі (**проективна** геометрія). Педагогічно виважено впроваджуємо ІКТ і ППЗ навчання.

Вирішуючи перераховані щойно завдання, важливо навчити майбутніх учителів загальним прийомам мислення і діяльності, загальногеометричним способам підходу до будь-якої прикладної задачі, **вмінням шукати і знаходити результат** навіть у нестандартній ситуації. Принципово наголосити при цьому на потенційних, суто практичних можливостях вираження (*прогнозування*) засобами науки «Геометрія» навіть **соціально-політичних процесів** [10].

При введені нових понять, доведенні закономірних фактів і розв'язуванні геометричних задач однією з необхідних умов забезпечення ефективності навчання дисципліни є реалізація ***дидактичного принципу наочності***. **Моделювання зображеннями** – найбільш доступний, оптимальний у часі, матеріально найменш збитковий спосіб **унаочнення** алгоритму дій. *Психологи під наочністю розуміють аналітико-*

синтетичну **діяльність** *суб'єкта навчання відносно оригінальних предметів і явищ*. У геометрії наочність сприяє утворенню зрозумілих і точних образів уявлюваних геометричних фігур, виконанню перетворювальних динамічних операцій із ними, полегшує перехід від сприйняття конкретних елементів фігур до абстрактних понять про них через візуальне з'ясування і констатацію розумом схожих спільних істотних властивостей. *Психологи та фізіологи вважають*, що *лише* ***шляхом*** **активізації** ***наочно-образного мислення*** (візуалізації об'єктів геометрії) *слід розвивати і удосконалювати* ***логіко-вербальне мислення*** особистості, адже *переважаючою мовою* для свідомості є виключно **візуальні образи**.

Висновки. Знайомство студентів із курсом елементарної геометрії вже відбулося в ЗОШ. Ми ставимо ***завдання*** **діяльнісної візуалізації** не усталених знань шляхом їх структурування, **системного** вирішення уявлюваних пропозицій, а отже глибокого змістовного переосмислення найпершої з наук.

Навчання з елементами формально-логічних дій, яке вершиться на основі **конструктивного підходу**, формує навички ефективного, якісного **засвоєння знань** в умовах педагогічного процесу. Цьому сприяють не лише обчислювальні, але й, у більшій мірі, **графічні** та **графоаналітичні** методи розв'язування задач, завдяки чому до активної роботи підключаються обидві півкулі головного мозку людини. Крім того, унаочнення та геометризація фігур і операцій з ними убачають логізовано вибіркове вилучення із власної пам'яті «саме тих» закономірностей, які у зримій реалізації сконструйованих алгоритмічних схем гарантують результат. Уявлювана логіка міркувань стимулює формування професійних компетентностей і мотивує навчально-пізнавальний інтерес, а діяльнісний підхід до системного використання закономірних істин стає базовим для творчого, розвивального навчання всіх предметів геометричного циклу.

Уявлюване та рисункове покрокове моделювання різнохарактерних і різного рівня складності задач, надбання вмінь і навичок вільного оперування поняттями і фактами потрібно розглядати як найліпший засіб професійного зросту особистості вчителя. Сьогодні, щоб ефективно передати знання учням, актуально набиратися власного досвіду *застосування* одержаних *знань* для життєвих потреб, для задоволення пізнавальних інтересів в інших освітніх галузях. Вміння успішно користуватися набутими знаннями в навчальних, виробничих і побутових ситуаціях пов'язані з переходом від абстрактних теоретичних умовиводів до їх практичних застосувань, що є прямим свідченням дієвості знань, природної життєдайності диво-науки «Геометрія».

Список використаних джерел

1. Александров А.Д. Основания геометрии / А.Д. Александров. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
2. Богоявленский Д.Н. Психология усвоения знаний в школе / Д.Н. Богоявленский, Н.А. Менчинская. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. – 347 с.
3. Зенкевич И.Г. Не интегралом единым / И.Г. Зенкевич. – Тула: Приокское из-во, 1971. – 136 с.
4. Колягин Ю.М. Вопросы преподавания задач в обучении геометрии. В кн.: Преподавание геометрии в 6-8 классах / Ю.М. Колягин, Д.С. Зайналов. – М.: Просвещение, 1979. – 287 с.
5. Коменський Ян Амос. Велика дидактика. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://jorigami.ru/PP_corner/Classics/K ... c237611318.
6. Ленчук І.Г. Апроксимація кривих другого порядку хордами із суворо заданим допуском / І.Г. Ленчук, І.І. Ленчук // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: Будівельник, 1991. – Вип. 52. – С. 55-58.
7. Ленчук И.Г. Аппроксимация функций преобразования измерительных преобразователей / И.Г. Ленчук // Техническая электродинамика. – К.: Наукова думка, 1989. – №1. – С. 101-104.
8. Новиков И.Д. Метод площадей (Практикум абитуриента) / И.Д. Новиков // Квант. – 1971. – №12. – С.41-46.
9. Прокопович Ф. Філософія в Києво-Могилянській академії / Ф. Прокопович // Філософська думка. – 1970. – №5. – С. 98-110.
10. Сацький П. Соціально-політичні процеси в геометричному вираженні / П. Сацький // Персонал. – 2008. – №1. – С. 122-125.
11. Слєпкань З.І. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики / З.І.Слєпкань. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2004. – 240 с.
12. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н.Ф. Талызина – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 343 с.

Анотація. Ленчук І.Г. Геометрична підготовка учительських кадрів в університетах України*: *акценти на конструктивізм.

У статті розглянуто проблему покращення якості підготовки студентів (*учнів*) *із дисципліни «Геометрія*», *вироблення вмінь та навичок активної навчально-пізнавальної діяльності, які входять до системи інтелектуальних розумових і практичних дій. Посилаючись на класиків педагогіки і психології, на власний педагогічний досвід доведено, що конструктивізм геометричних пропозицій, їх якісна* *геометризація та унаочнення бінарними рисунковими моделями є природним, найбільш ефективним рушієм продуктивного розумового розвитку, становлення навчально-пізнавального інтересу до найпершої з наук, формування професійних компетентностей майбутніх учителів математики в університетах держави Україна. З позицій опанування загальних прийомів мислення і діяльності, суто геометричних методів розв'язування практичних (прикладних) задач, вироблення вмінь шукати і знаходити результат у нестандартній ситуації, на основі конструктивного-генетичного методу охарактеризовано основні функції задач: навчальну, виховну, розвивальну і контролюючу.*

***Ключові слова**: психологія навчання, засвоєння знань, конструктивний підхід, графічний (графоаналітичний) метод.*

Аннотация. Ленчук И.Г. Геометрическая подготовка учительских кадров в университетах Украины: акценты на конструктивизм.

В статье рассмотрено проблему улучшения качества подготовки студентов (учеников) из дисциплины «Геометрия», выработки умений и навыков активной учебно-познавательной деятельности, входящих в систему интеллектуальных умственных и практических действий. Ссылаясь на классиков педагогики и психологии, на собственный педагогический опыт доказано, что конструктивизм геометрических предложений, их качественная геометризация, наглядное представление бинарными моделями в рисунках является природным, наиболее эффективным двигателем продуктивного умственного развития, становления учебно-познавательного интереса к первейшей из наук, формирования профессиональных компетентностей будущих учителей математики в университетах государства Украина. С позиций усвоения общих приёмов мышления и деятельности, чисто геометрических методов разрешения практических (прикладных) задач, выработки умений искать и находить результат в нестандартной ситуации, на основании конструктивно-генетического метода охарактеризовано основные функции задач: обучающую, воспитательную, развивающую и контролирующую.

***Ключевые слова**: психология обучения, усвоение знаний, конструктивный подход, графический (графоаналитический) метод.*

Abstract. Lenchuk I.G. Geometric teacher training in universities of Ukraine: the emphasis on constructivism.

The article deals with the problem of improving the quality of training of students (pupils) of the subject "Geometry", develop skills of active teaching and learning activities in the system of intellectual and mental action. Referring to the classics of pedagogy and psychology, on your own teaching experience proved that constructivism geometrical proposals, the quality of their geometrization, a visual representation of binary models in the pictures is a natural, more efficient engine of productive mental development, the formation of educational and cognitive interest in the first of the sciences, formation of professional competence of the future mathematics teachers in the universities of the state Ukraine. From the point of mastering common methods of thought and action, a purely geometrical methods to solve practical (application) problems, develop skills to search and find the result in a precarious situation, on the basis of constructive-genetic method is characterized by the basic functions of tasks: teaching, educational, developmental and supervisory.

***Keywords**: psychology training, acquisition of knowledge, constructive approach, graphic (graphic-analytical) method*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

scientific journal

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Лущин С.П. Особливості застосування білінгвістичного методу навчання при викладанні курсу загальної фізики в технічному університеті // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 73-77.

Lushchin S.P. Features of the Application of Bilingual Teaching Method for Teaching General Physics Course at the Technical University // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 73-77.

УДК 371.315:53

С.П. Лущин
Запорізький національний технічний університет, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІЛІНГВІСТИЧНОГО МЕТОДУ НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ КУРСУ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Постановка проблеми. Входження в єдину європейську систему освіти і науки вимагає застосування нових інноваційних методів у викладанні природничих і технічних дисциплін студентам вищих навчальних закладів. Загальна фізика є фундаментальною дисципліною, яка сприяє створенню наукової бази для формування сучасного світогляду людини на основі досягнень науки і техніки і лежить в основі підготовки висококваліфікованих фахівців. Підготовка технічних фахівців – інженерів в технічному університеті, які досконально засвоїли на високому рівні фундаментальні і технічні дисципліни, а також вільно володіють іноземною мовою, є одним з важливіших аспектів для інтегрування вищої освіти в єдиний європейський простір. Указ Президента України «Про оголошення 2016 року Роком англійської мови в Україні» передбачає сприяння розширенню в установленому порядку викладання здобувачам вищої освіти навчальних дисциплін англійською мовою [1]. Виконання цього Указу сприяє розвитку вивчення і застосування англійської мови як мови міжнародного спілкування, формування у студентів комунікативної компетенції, інтелектуального розвитку, відкриває доступ до глобальних знань, інформації, загальноєвропейських цінностей. Таким чином в умовах сучасного виробництва необхідні висококваліфіковані фахівці не тільки з глибокими фундаментальними знаннями, але й зі знанням іноземної мови, зокрема англійської, яка є основною мовою міжнародного спілкування.

Аналіз актуальних досліджень. Білінгвістичний метод навчання передбачає одночасне застосування двох мов у роботі з того чи іншого предмета – державної та рідної, державної й іноземної та інших. Особливості білінгвістичного методу навчання дозволяють вважати його новим інноваційним методом викладання в педагогічній практиці.

Становлення білінгвістичного методу навчання припадає на 80-ті роки минулого століття. На сьогодні застосування білінгвістичного методу із використанням двомовного навчання визнано багатьма вченими Європи, як засіб ефективного розвитку освіти і науки, та підтримується політикою Європейського Союзу, яка передбачає відмову від пріоритету однієї мови та рівноправне використання інших мов [2]. Викладання навчальних дисциплін іноземною мовою застосовується у багатьох університетах європейських країн – Фінляндії, Данії, Германії, Норвегії, Бельгії, а також Америці, Канаді і Росії.

Необхідно зазначити, що історично становлення фізичної науки відбувалось завдяки роботам видатних англійських вчених: І. Ньютон, Дж. Максвелл, М. Фарадей, Дж. Джоуль, Е. Резерфорд, Дж. Дальтон, Р. Бойль, П. Дірак та інших. У зв'язку з цим відбувалось проникнення англійської і латинської термінології в мову інших країн. Внаслідок лінгвістичної інтерференції протягом багатьох років наукова термінологія і символіка фізики стає інтернаціональною і визнається у всьому світі. Виходячи з цієї концепції, вивчення фізики англійською мовою дозволяє вважати засвоєння предмету більш глибоким та цілісним, та дозволяє підвищити якість фахового рівня знань з більш глибоким знанням англійської мови.

В Україні в останній час білінгвістичний метод навчання набуває все більшого поширення. Так в КНУ ім. Тараса Шевченка українські студенти мають можливість слухати лекції англійською мовою з механіки на механіко-математичному факультеті [3 с.45]. У Національному університеті «Києво-Могилянська академія» на природничому факультеті багато навчальних курсів викладаються англійською мовою. У Європейському університеті студентам факультету інформаційних систем і технологій курс фізики викладався А.М. Греховим англійською мовою [4]. Впровадження навчальних курсів з фізики англійською мовою та білінгвальних курсів з фахових дисциплін здійснювалось А.М. Гусак на кафедрі фізики Черкаського національного університету [5]. Викладання курсу загальної фізики на кафедрі фізики Запорізького національного технічного університету було започатковано В.В. Левітіним.

В деяких публікаціях доводиться доцільність впровадження білінгвістичного методу навчання та викладені рекомендації щодо організації такого навчання і питання методики побудови білінгвальних лекційних курсів із фізичних дисциплін як у вищих навчальних закладах [6, 7], так і в середній школі [5].

В Росії викладання англійською мовою прикладних курсів було започатковано на кафедрі фізики МЕІ ім. В.А. Фабріканта. Доцільність впровадження білінгвістичного методу навчання при викладанні курсу фізики в технічному університеті висвітлюється рядом публікацій В.С. Міхалкіна [8].

Вивчення фізики із застосуванням двомовної практики, тобто англійською і українською мовами, пов'язане з особливим феноменом пізнання - апперцепцією, який був виявлений ще Г. Лейбницем. Він пов'язаний із залежністю сприйняття світу від попереднього досвіду і настанови людини [8, с. 149]. Інтеграція фізичних і лінгвістичних знань, набутих раніше, при застосуванні білінгвістичного методу дозволяє не тільки їх поєднати, але і підсилити, виробити новий стиль мислення, який відповідає розвитку комунікативній компетенції студентів.

В попередніх роботах висвітлюється методика викладання курсу загальної фізики англійською мовою. Але не всі студенти перших курсів навчання досконало володіють англійською мовою, тому наявність перекладу лекційного матеріалу рідною українською мовою є суттєвим чинником для більш глибокого засвоєння навчального матеріалу. Тобто пропонується двомовна практика викладання курсу загальної фізики із застосування білінгвістичного методу. Застосування такого методу дозволяє нівелювати різний початковий рівень знання англійської мови у студентів, що дозволяє підвищити рівень сприйняття лекційного матеріалу. Такий метод навчання корисний не тільки для українських, але і для іноземних студентів, тому що дозволяє їм більш досконало оволодіти українською мовою [3].

Мета статті. З огляду на це метою статті є розробка і упровадження в навчальному процесі методики викладання курсу загальної фізики в технічному університеті із застосуванням білінгвістичного методу навчання, тобто двомовної практики з використанням лекційного курсу і лабораторного практикуму українською і англійською мовами з синхронним перекладом.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення цієї мети на основі багатолітнього досвіду науково-педагогічної роботи розроблена і упроваджена двомовна практика викладання курсу загальної фізики із застосуванням білінгвістичного методу в Запорізькому національному технічному університеті на електротехнічному факультеті для студентів з напряму навчання «Електромеханіка» і гуманітарному факультеті з напряму навчання «Переклад». Розроблений курс лекцій з загальної фізики українською і англійською мовами має синхронний переклад, тобто матеріал подається двома мовами синхронно на суміжних сторінках [9, 10]. Така методика подання лекційного матеріалу дає можливість більш глибокому засвоєнню курсу загальної фізики і спеціальної наукової термінології, що підвищує інтерес студентів до засвоєння необхідних знань. Наприклад, студенти з інтересом сприймають інформацію про походження позначень фізичних величин. Відомо, що позначення фізичних величин відбувається згідно з міжнародними угодами та чинними державними стандартами літерами латинського і грецького алфавітів. Позначення переважної більшості з них збігається з першою буквою відповідного терміну англійською мовою. Наприклад: довжина l – length, час t – time, швидкість υ – velocity, прискорення a – acceleration, маса m – mass, сила F – force, тиск p – pressure, температура T – temperature, об'єм V – volume і так далі.

Знання термінології англійською мовою в галузі фізики суттєво допомагає засвоїти лекційний матеріал. Тому кожна лекція починається зі списку спеціальних термінів відповідно даної теми. Спеціальні терміни виділяються в тексті навчальних і методичних посібників. Розроблений англо-український словник основних фізичних термінів з курсу загальної фізики, який є необхідним мінімумом словникового запасу для студентів технічного профілю.

Важливим аспектом при викладанні курсу загальної фізики є наявність різних термінів, тобто різних найменувань фізичних величин – синонімів. Синонімія викликає певні труднощі при засвоєнні матеріалу студентами, а також для розуміння тієї чи іншої фізичної величини. Наявність термінів синонімів також викликає певні труднощі при спілкуванні фахівців і вчених різних країн. Тому важливим є застосування загальновизнаних термінів, які затверджені термінологічними нормативними документами.

У зв'язку з тим, що в останній час кількість аудиторних годин, що відводяться на курс загальної фізики суттєво скорочується, викладання матеріалу із застосуванням синхронного перекладу дозволяє студентам додатково його засвоїти під час самостійної роботи. Особливо це допомагає студентам з низьким рівнем англомовної підготовки і дуже добре сприймається іноземними студентами, які вивчають українську мову.

Для покращення якості навчання використовується також диференційований підхід, який дозволяє враховувати різний рівень підготовки студентів як з фізики, так і з іноземної мови. З цією метою на початку навчання проводиться «нульовий контроль»- оцінка рівня знань студентів, що були отримані в середній школі. За результатами такого контролю визначається індивідуальний підхід до навчання студентів з різним рівнем початкової підготовки. Студентам з низьким рівнем початкової підготовки пропонуються додаткові консультації з фізики і англійської мови, а студентам з високим рівнем підготовки пропонуються заняття за індивідуальним планом, що включають професійно-орієнтовані завдання з елементами науково-дослідницької роботи.

Важливим моментом до мотивації вивчення і успішного засвоєння курсу загальної фізики є більш глибоке засвоєння тем, що пов'язані з майбутньою спеціальністю студента. Тобто навчання повинне мати професійно-орієнтований характер. Наприклад, для студентів електротехнічного напряму підготовки більш глибоко розглядаються теоретичні основи електродинаміки, коливання і хвилі, основи фізики твердого тіла. Особлива увага приділяється вивченню принципів роботи різних електротехнічних і електронних приладів. Для цього більш глибоко подається матеріал теми «Зонна теорія твердих тіл», на основі якої розглядаються властивості металів, напівпровідників і діелектриків, типи провідності напівпровідників, контактні явища на границі електронного і діркового напівпровідника, принцип роботи напівпровідникових діодів і транзисторів.

Для забезпечення лабораторного практикуму розроблені двомовні методичні матеріали, що мають синхронний переклад [11]. Вони дозволяють засвоїти студентам англійською мовою термінологію прикладного характеру під час виконання фізичних вимірів із застосуванням вимірювальних приладів іноземного виробництва. Такий підхід є дуже корисним для навчання іноземних студентів, які не дуже добре володіють українською мовою.

Викладання курсу загальної фізики англійською мовою дає можливість навчити студентів читання і перекладу спеціальної наукової літератури – оригінальних статей і монографій в галузі фізики і техніки, дає навички усної мови для професійного діалогу та написання наукових доповідей і статей. Студенти мають можливість брати участь у студентській науково-технічній конференції «Тиждень науки», яка для багатьох стала початком шляху у науковій роботі. Наукові доповіді студенти готують також двома мовами - англійською і українською. Значний інтерес викликає обговорення доповідей. Така робота має безумовно значну користь, тому що студенти мають можливість надбати навички усної мови спілкування, засвоюють спеціальну науково-технічну термінологію, розвивають наукове мислення, навчаються логічному і структурному викладенню матеріалу своїх наукових досліджень. Кращі студентські роботи рекомендуються до участі у Всеукраїнських студентських науково-технічних конференціях і міжнародних наукових конференціях. В наступному ці роботи розвиваються і стають основою дипломних проектів, які захищаються англійською мовою. А студенти, які брали участь у міжнародних науково-технічних конференціях, успішно продовжують свою роботу у провідних наукових лабораторіях Європи.

Досвід викладання студентам різних спеціальностей показує, що найбільш змістовний і коректний переклад технічних текстів з іноземної мови здійснюється студентами технічних спеціальностей, наприклад з напряму «Електромеханіка», які вивчають курс загальної фізики із застосуванням двомовної практики. Студенти гуманітарного факультету, що навчаються за спеціальністю «Переклад» часто зазнають певних труднощів з перекладу технічних текстів, а іноді допускають грубі помилки із-за відсутності технічних знань і не спроможності аналітичного аналізу змісту тексту.

Аналіз успішності навчання студентів за технічним і гуманітарним напрямами підготовки за останні п'ять років показує, що студенти електротехнічного факультету в середньому завжди мають більш високі значення абсолютної успішності і показника якості.

Практика показує, що технічні фахівці – інженери, які вільно володіють англійською мовою, успішно працюють на провідних підприємствах України і Європи: ВАТ «Запоріжсталь», ВАТ «Дніпроспецсталь», ПАО «Запорізький трансформаторний завод», ВАТ «Дніпроенерго», ВАТ «Запоріжжяобленерго», КП «НВК «Іскра», «Westinghouse» та інші.

Висновки. Розробка і упровадження двомовної практики в навчальному процесі при викладанні курсу загальної фізики в технічному університеті із застосуванням білінгвістичного методу дозволяє вважати його прогресивним сучасним методом навчання. Подання лекційного матеріалу українською і англійською мовами із синхронним перекладом на суміжних сторінках позитивно зарекомендувало себе при навчанні як українських так і іноземних студентів. Така методика подання лекційного матеріалу дає можливість більш глибокому засвоєнню курсу загальної фізики і спеціальної наукової термінології.

Розроблені двомовні методичні матеріали для лабораторного практикуму із застосуванням синхронного перекладу дають можливість студентам отримати практичні навички експериментальної роботи і засвоїти англійською мовою термінологію прикладного характеру.

Застосування синхронного перекладу лекційного курсу загальної фізики і матеріалу лабораторного практикуму дозволяє нівелювати різний початковий рівень мовної підготовки як українських, так і іноземних студентів, що дозволяє підвищити рівень сприйняття навчального матеріалу.

Розроблений англо-український словник основних фізичних термінів з курсу загальної фізики, який є необхідним мінімумом словникового запасу для студентів технічного профілю, допомагає засвоїти і знати спеціальну наукову-технічну термінологію.

Викладання курсу загальної фізики англійською мовою дає можливість навчити студентів читання і перекладу спеціальної наукової літератури – оригінальних статей і монографій в галузі фізики і техніки, навчити писати наукові доповіді і статті та дає навички усної мови для професійного діалогу.

Практичний досвід застосування білінгвістичного методу навчання дозволяє зробити висновок про перспективність його застосування для підвищення якості підготовки фахівців технічного і гуманітарного профілю згідно з вимогами сучасного часу, що дозволяє більш повно інтегруватись майбутнім фахівцям в єдиний освітній і науковий європейський простір.

Список використаних джерел

1. Указ Президента України №641/2015 від 16.11.2015 р. «Про оголошення 2016 року Роком англійської мови в Україні». [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: www.president.gov.ua/documents/6412015-19560.
2. Загальноєвропейські Рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання / Наук. редактор українського видання доктор пед. наук, проф. С.Ю. Ніколаєва. – К.: Ленвіт, 2003. – 273 с.
3. Буцан Г.П. Щодо підвищення якості та збільшення обсягу освітніх послуг для іноземних студентів / Г.П.Буцан, А.М. Самойленко // Вісник НАН України. – 2014. – № 4. – С. 40-46.
4. Грехов А.М. Фізика: Навчальний посібник (англійською мовою). – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2003. – 356 с.
5. Гусак А. Білінгвальний підхід до викладання фізики у сучасній школі / А. Гусак, А. Ковальчук // Рідна школа. – 2011. – №10 (жовтень). – С. 48-51.
6. Ковальчук О.А. Із досвіду викладання білінгвальних дисциплін майбутнім магістрам у провінційному ВНЗ / О.А. Ковальчук // Вісник ХНУ. – 2010. – №16. – С. 108-114.
7. Малихіна О.Є. Білінгвізм як фактор успішної інтеграції України в європейський освітній простір / О.Є.Малихіна // Актуальні питання освіти і науки: зб. наукових статей, матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 10-11 листопада 2015 р. Національна академія Національної гвардії України. – Харків: ХОГОКЗ, 2015. – С. 119-121.
8. Михалкин В.С. Билингвистический модуль / В.С. Михалкин // Высшее образование в России. – 2009. – №12. – С. 149-152.
9. Course of Physics. Part 1. Курс фізики. Частина 1 / S.P. Lushchin. – Zaporizhzhia: ZNTU, 2011. – 282 p.
10. Course of Physics. Part 2. Курс фізики. Частина 2 / S.P. Lushchin. – Zaporizhzhia: ZNTU, 2013. – 398 p.
11. Teaching course for laboratory works on physics / S.P. Lushchin. – Zaporizhzhia: ZNTU, 2004. – 96 p.

Анотація. Лущин С.П. Особливості застосування білінгвістичного методу навчання при викладанні курсу загальної фізики в технічному університеті.

Розглядаються особливості застосування білінгвістичного методу навчання. Обґрунтовується перспективність і практична цінність такого методу для підготовки висококваліфікованих фахівців. Автором розроблена і упроваджена методика викладання курсу загальної фізики в технічному університеті із застосуванням білінгвістичного методу навчання. Застосовується двомовна практика викладання українською і англійською мовами із синхронним перекладом. Матеріали лекцій і лабораторного практикуму подаються англійською і українською мовами із синхронним перекладом на суміжних сторінках. Застосування синхронного перекладу дозволяє нівелювати різний початковий рівень мовної підготовки як українських, так і іноземних студентів, що дозволяє підвищити рівень сприйняття навчального матеріалу. Розроблений англо-український словник фізичних термінів збагачує знання зі спеціальної науково-технічної термінології. Викладання курсу загальної фізики англійською і українською мовами дає можливість навчити студентів читання і перекладу спеціальної наукової літератури, написанню наукових доповідей і статей та дає навички усної мови для професійного діалогу. Практичний досвід застосування білінгвістичного методу навчання дозволяє вважати його доцільним для підвищення якості підготовки *фахівців технічного і гуманітарного профілю згідно з вимогами сучасного часу. Застосування цього методу дозволяє більш повно інтегруватись майбутнім фахівцям в єдиний освітній і науковий європейський простір.*

Ключові слова: *білінгвістичний метод навчання, методика викладання, курс загальної фізики.*

Аннотация. Лущин С.П. Особенности применения билингвистического метода обучения при преподавании курса общей физики в техническом университете.

Рассматриваются особенности применения билингвистического метода обучения. Обосновывается перспективность и практическая ценность данного метода для подготовки высококвалифицированных специалистов. Автором разработана и внедрена методика преподавания курса общей физики в техническом университете с применением билингвистического метода обучения. Применяется двуязычная практика преподавания на украинском и английском языках с синхронным переводом. Материалы лекций и лабораторного практикума подаются на английском и украинском языках с синхронным переводом на смежных страницах. Применение синхронного перевода позволяет нивелировать различный начальный уровень языковой подготовки как украинских, так и иностранных студентов, что позволяет повысить уровень восприятия учебного материала. Разработанный англо-украинский словарь физических терминов обогащает знания специальной научно-технической терминологии. Преподавание курса общей физики на английском и украинском языках дает возможность научить студентов чтению и переводу специальной научной литературы, написанию научных докладов и статей и дает навыки устной речи для профессионального диалога. Практический опыт применения билингвистического метода обучения позволяет считать его целесообразным для повышения качества подготовки специалистов технического и гуманитарного профиля согласно требованиям современного времени. Использование этого метода дает возможность будущим специалистам более полно интегрироваться в единое образовательное и научное европейское пространство.

Ключевые слова: *билингвистический метод обучения, методика преподавания, курс общей физики.*

Abstract. Lushchin S.P. Features of the Application of Bilingual Teaching Method for Teaching General Physics Course at the Technical University.

Considered are peculiarities of applying of the bilingual method of teaching. Substantiated are the prospect and practical value of this method for the training of highly qualified specialists. A method of teaching of general physics course at the technical university with the use of the bilingual method has been developed by author. Bilingual teaching practice in Ukraine and English with simultaneous translation is applied. Texts for lectures and laboratory practical works are presented in English and Ukrainian with translation of both ones in facing pages. The use of Ukrainian and English interpretation allows leveling different initial levels of both Ukrainian and foreign students to understand proper meaning and percepts a teaching assignment. Developed English-Ukrainian dictionary of physical terms helps to enrich the knowledge of special scientific and technical terminology. Teaching of General physics course in English and Ukrainian languages gives you the opportunity to teach students reading and translation of special scientific literature, writing scientific reports and articles and gives oral communication skills for professional dialogue. Practical experience with the use of bilingual method of teaching makes it feasible to improve the quality of training of technical and humanitarian profile specialists in accordance with the requirements of the modern time. The use of this method enables future specialists to more fully integrate into the unified European educational and scientific space.

Keywords: *bilingual teaching method, method of teaching, course of general physics.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Нерода Т.В. Інформаційно-комунікаційна технологія автоматизованого компонування засобів контролю знань // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 79-85.

Neroda T. Information-communication technology of the automized configuration of the control means of knowledge // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 79-85.

УДК 004.651.54+371.263

Т.В. Нерода
Українська академія друкарства, Україна

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПОНУВАННЯ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Вступ. Поширення інформаційно-комунікаційних технологій в галузі освіти покликане всебічно сприяти комп'ютеризації усіх етапів академічного процесу. З кінця минулого тисячоліття активно впроваджуються інтерактивні засоби реалізації лекційних та практичних занять, лабораторних практикумів, курсового/дипломного проектування, заходів з контролю знань. Використання програмних комплексів з надання освітніх послуг, називаних комп'ютеризованими навчальними системами, дозволило підняти організацію академічних дисциплін на якісно новий рівень, забезпечивши доступ до методичних матеріалів у зручному для студента вигляді як з локальної мережі закладу, так і з ресурсів Internet через інформаційний портал установи з використанням хмаринних обчислень.

Постановка проблеми. Коректно спроектована комп'ютеризована навчальна система надає сучасні мультимедійні ресурси з всебічною активізацією пізнавальної діяльності реципієнта — від гіпертекстових та постскріптових документів до гнучкої інтелектуалізованої технології подання знань та аналізу результатів навчання. І якщо інформаційне наповнення категорії теоретичних відомостей або вказівок до виконання навчальних вправ можна структурувати сервісними засобами офісних пакетів чи онлайн-майстрів, то підготовка переважної більшості контрольних заходів і надалі відбувається в ручний спосіб, вимагаючи значних часових та розумових затрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Специфіка реалізації тестування на базі програмних комплексів висвітлюється у працях В. Аванесова, В. Бикова, Р. Гуревича, М. Кадемії, А. Литвина, А. Манако, Ю. Машбиця, Т. Мюррея та ін., проте, основна увага тут приділяється валідності тестів, вдосконаленню апарата керування пакетами завдань, опрацюванню результатів та прийняттю рішення з оцінювання знань. Також застосовувані сьогодні середовища керування навчанням [3], використовуючи інфраструктуру обчислювальних мереж, надають низку сервісних засобів для організації комфортної роботи студентів, проте досі неналежним чином розвинуті механізми автоматизації профілю ***викладача*** як основного координатора інформаційного контенту [5].

Мета дослідження. Вирішення зазначеної проблеми вимагає формалізації методів аналізу наявних архівів теоретичних відомостей з академічної дисципліни, побудови оригінальних моделей циркулювання даних та проектування аналітичного модуля наповнення банку знань для оптимізації дій суб'єктів комп'ютеризованого освітнього середовища на етапі створення навчальних вправ, контрольних завдань, індивідуальних посібників, супровідної навчальної документації (зокрема підготовки акцидентно-бланкової друкованої продукції) і т.п., що є метою представленого дослідження.

Результати досліджень. Комп'ютеризована навчальна система *КоНаС*, розроблена й апробована у лабораторії обчислювальної техніки кафедри Автоматизації та комп'ютерних технологій Української академії друкарства, для опанування академічної дисципліни надає студенту електронні матеріали з інтегрованого архіву теоретичних відомостей, до якого можуть входити конспекти лекцій, посібники, практикуми, вказівки до виконання практичних/лабораторних робіт та дипломного проектування тощо. Для якісного аналізу вмісту текстових масивів методичних компонентів такого архіву запропоновано здійснювати структурування опрацьовуваної предметної області шляхом маркування ключових понять відповідно до призначення навчальної вправи чи типу контролю: при цьому засобами відповідного інструментарію у текстовому масиві зазначаються точки входу *ТЕРМІНІВ* як складових елементів судження про певні поняття та їх *ТЛУМАЧЕНЬ*, тобто пояснень про особливості й межі застосування *ТЕРМІНУ*.

Відтак, для компонування *альтернативних* тест-завдань (рис. 1), де передбачається логічна відповідь, аналітичний модуль навчальної системи *КоНаС* виконує вибірку адекватних зв'язок *ТЕРМІН-ТЛУМАЧЕННЯ*, подає їх у вигляді запитальної частини завдання (?) й автоматично пропонує два варіанти організації відповіді (!): так/ні. Відповідність *ТЛУМАЧЕННЯ* власному *ТЕРМІНОВІ* (рис. 1, *а*, *б*), визначає коректність відповіді.

Необхідність компонування складніших типів контролю, де у завданні передбачено низку дистракторів, достатньо близьких до правильної відповіді, зумовила введення в освітнє середовище *КоНаС* інформаційно-пошукової системи з контент-аналізом вмісту електронних методичних матеріалів архіву теоретичних відомостей [7].

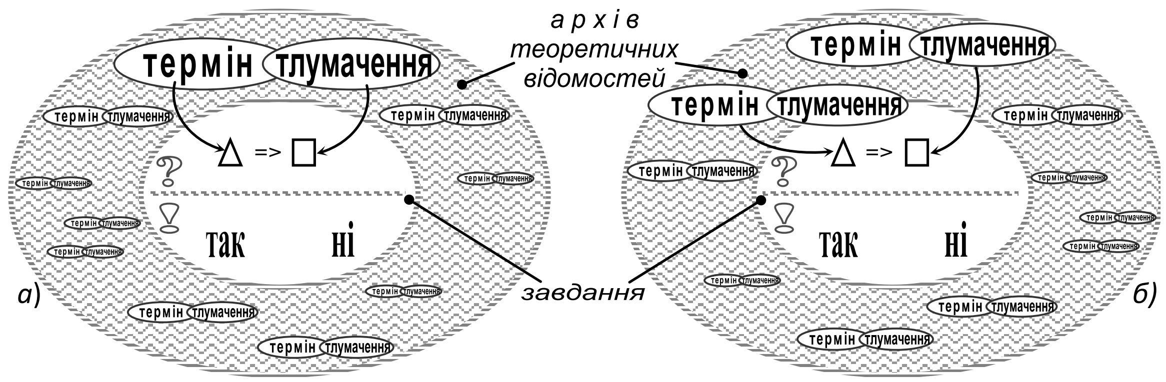


Рис. 1. Структурування архіву теоретичних відомостей при компонуванні альтернативних тест-завдань

Одна з важливих задач ***викладача*** як активного суб'єкта комп'ютеризованої навчальної системи та експерта в розробленні тестів полягає в тому, щоб зробити такі неправильні відповіді правдоподібними, створюючи інтерферентне середовище для розвитку рефлексивного мислення [1], де ***студентові*** (пасивному суб'єкту *КоНаС*) доводиться формулювати аргументи на користь конкретної відповіді серед множини інших, дуже привабливих. Такі навички з мотивації вибору сприяють тривалому закріпленню набутих компетенцій.

Математичний апарат навчальної системи підлягає відомим обмеженням області штучного інтелекту, що відображається, зокрема, на якісному доборі ефективних дистракторів. Однак, основні властивості дистракторів – примарну правдоподібність, змістову спорідненість чи зовнішню близькість – можуть забезпечити оптимальні критерії їх пошуку в текстовому масиві архіву теоретичних відомостей .

Серед обумовлених критеріїв пошуку дистракторів для *ТЛУМАЧЕННЯ*, наведеного в запитальній частині, реалізовано відсоток точного входження комбінації символів, наявних у *ТЕРМІНІ* чи *ТЕРМІНАХ* з відповідної зв'язки, відсоток входження довільних комбінацій наявних символів та обсяг фрагмента досліджуваної теми із входженням сторонніх *ТЕРМІНІВ*.

Таким чином для тестів *закритої форми* оптимізовано компонування завдань з *множинним вибором* між варіантами відповідей, лише одна з яких є правильною (рис. 2, *а*) та завдань із *множинними відповідями*, серед яких правильними можуть бути декілька варіантів (рис. 2, *б*).

Розроблений алгоритм підбору дистракторів чинний також для розташування низки *ТЛУМАЧЕНЬ* у частині відповідей, які відображають особливості й межі застосування *ТЕРМІНУ*, поданого в запитальній частині.

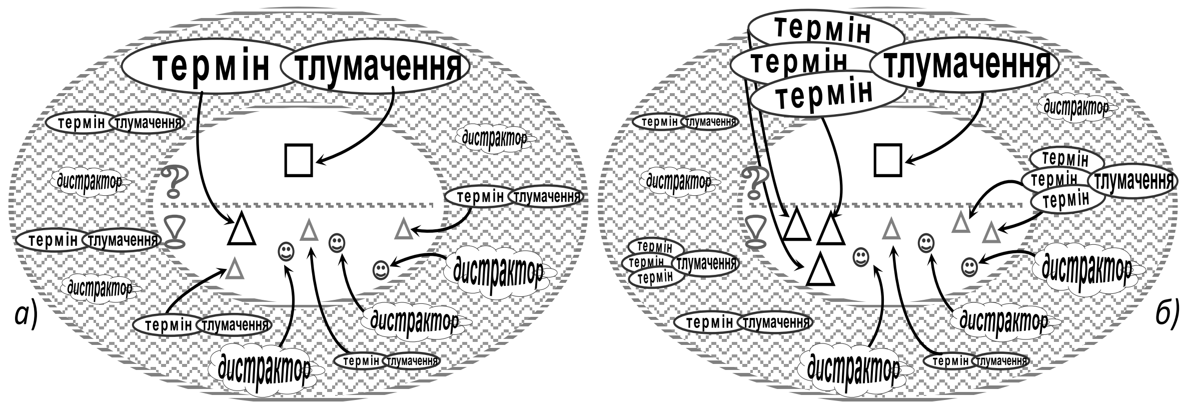


Рис. 2. Генерування дистракторів для завдань закритої форми

У завданнях *відкритої форми* комп'ютеризованої навчальної системи *КоНаС* запитальну частину становить *тлумачення*, а однозначний *термін*, як і в попередніх типах завдань, автоматично долучається до адекватного тегу правильної відповіді у нотацію формату пакета завдань (рис. 3, *а*). й надалі слугує еталоном [5] для прийняття рішення щодо компетенцій студента, який клавіатурно вводить вільну відповідь у призначений для цього елемент керування **«**___________**»** (рис. 3, *б*).

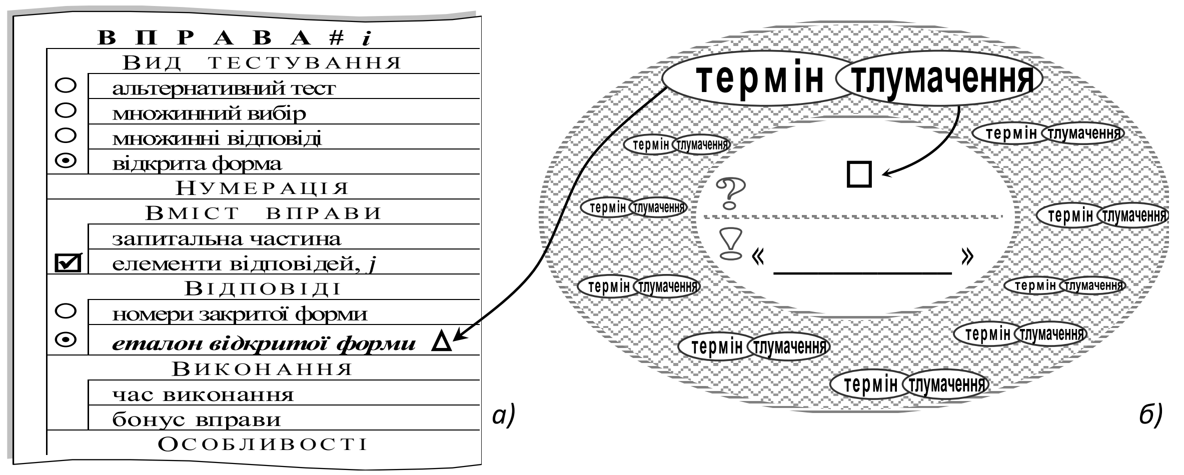


Рис. 3. Компонування тесту відкритої форми з моделюванням нотації формату пакета завдань

Обумовлений алгоритм контент-аналізу структурованого масиву методичних компонентів архіву теоретичних відомостей застосовується в середовищі *КоНаС* також для автоматизації компонування низки нестандартних рішень активізації пізнавальної діяльності. Як інтерактивний засіб вивчення термінології, а відтак й оригінальний метод контролю якості її засвоєння в освітньому процесі рекомендовано застосовувати тематичні *кросворди* [4]. Як і при традиційному підході до створення тестів, основну складність тут становить ручне формування завдань, трудомісткість якого значно підвищується обмеженнями правил укладання кросвордів.

Згенерований на основі тематичних зв'язок *термін-тлумачення* понятійний апарат предметної області дисципліни надає ефективний банк знань для динамічного моделювання *кросворду*, що його вміст повністю відповідатиме навчальній програмі академічної дисципліни, відображеній в архіві теоретичних відомостей.

При моделюванні кросворду (рис. 4) інформаційно-пошукова система аналітичного модуля середовища *КоНаС* в автоматичному режимі здійснює вибірку *термінів*, що заповнюватимуть кросвордову сітку; в автоматизованому режимі відбувається суб'єктивна вибірка з наданого комп'ютером переліку ключових понять вказаної предметної області, актуального для поточного фрагменту. Основними критеріями такої вибірки є обсяг *терміна* та входження його у заданий фрагмент структурованого масиву методичних компонентів архіву теоретичних відомостей. Адекватні тематичним зв'язкам *тлумачення* становитимуть область нумерованих дефініцій підготовлюваного кросворду і відображатимуть запитальну частину контрольного завдання.

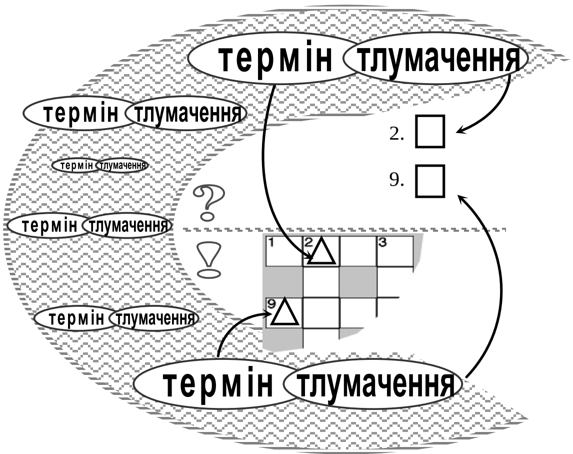


Рис. 4. Динамічне моделювання кросворду за індексованими тематичними зв’язками

Процедурний модуль опрацювання кросвордів *КоНаС* забезпечує не лише контроль якості та прийняття рішення щодо ступеня засвоєння дисципліни студентом, передбачаючи володіння термінологією курсу і застосування аналітичних здібностей. За вказаною частиною навчального матеріалу або з незадовільно оцінених тестових завдань тут реалізується моделювання нестандартної навчальної вправи, яка надає освітньому процесу ігрової форми та робить його ефективним і цікавим, поглиблює міжпредметні зв’язки, відкриває широкі можливості особистісного зростання.

Ігрові форми ефективні, зокрема, через високий ступінь колективної взаємодії в навчальному процесі [2], дозволяючи підвищити мотивацію у вивченні предметної області, яка можливо видалася на перший погляд нудною чи важкою; при цьому бажано використовувати загальновідомі концепції. Наприклад, для закріплення відомостей з певного розділу освітньої дисципліни, стимулюючи емоційні та творчі функції реципієнта, вирішено використати ідею телешоу «Колесо Фортуни»: студент-гравець, випадково обраний з наявної бази даних академічної групи [4], намагається за *ТЛУМАЧЕННЯМ*, отриманим комп’ютеризованою навчальною системою з текстового масиву дидактичних компонентів, заповнити згенеровані чарунки літерами відповідного *ТЕРМІНУ* (рис. 5).

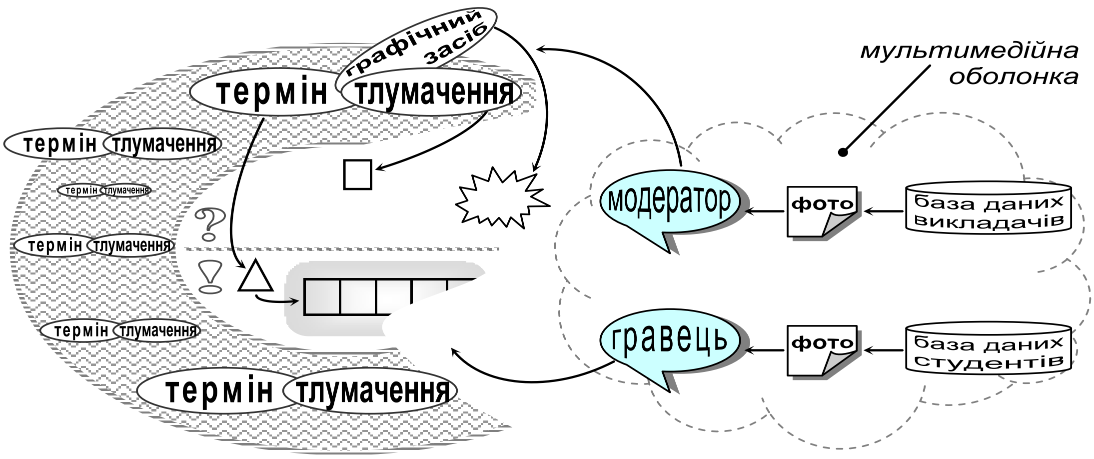


Рис. 5. Ігрова модель нестандартної навчальної вправи з розширенням структури тематичних зв’язок

В разі помилково вказаного символу можливість перевірити набуті компетенції надається іншому обраному комп’ютером студентові. При потребі *ТЛУМАЧЕННЯ* може бути озвучене синтезатором мовлення та проілюстроване закріпленими за ним *ГРАФІЧНИМИ ЗАСОБАМИ* [3], що становлять інформаційне наповнення відповідного розділу електронного методичного забезпечення і введені у відповідну зв’язку. Значно збагатить ігровий процес об’єктно-орієнтований графічний інтерфейс мультимедійної оболонки середовища, ідентичний до оригінального, та анімовані персонажі ***модератора*** і ***гравця*** як суб’єктів навчальної вправи; також підсилити достовірність можуть і фото студента й викладача, надані СКДБ закладу [4].

Багатоваріантність та багатоальтернативність рішень, з яких потрібно вибрати найраціональніше, реалізована в іншому об'єктно-орієнтованому середовищі за аналогією з вікториною «Перший мільйон» (рис. 6).

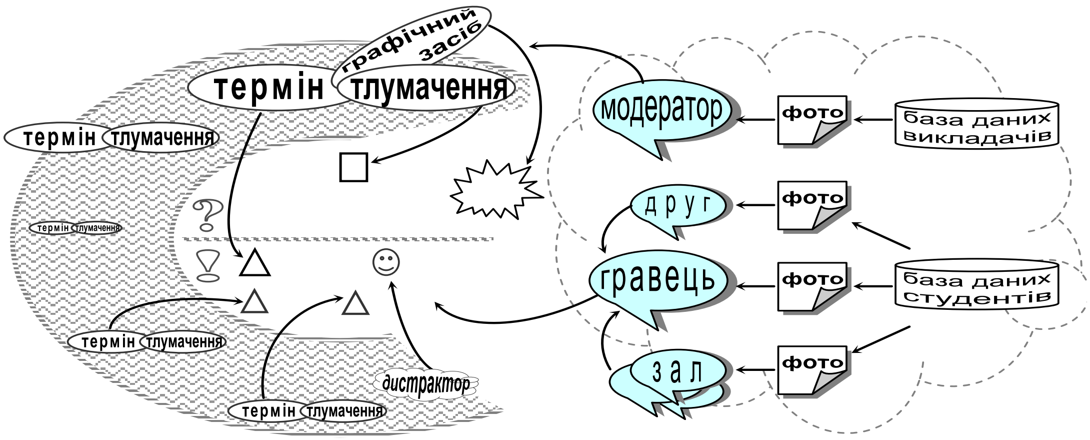


Рис. 6. Компонування засобів контролю знань у ситуації ролевої гри

Відповідно до завдань з *множинним вибором* (рис. 2, *а*) тут пропонується *ТЛУМАЧЕННЯ* і чотири *ТЕРМІНИ* як варіанти відповідей. Однак, рівень складності наступного запитання зростає, і ставиться воно тільки після правильної відповіді на попереднє; таким чином, в описуваному середовищі постала потреба доповняльної ієрархічній індексації тематичних зв'язок *ТЕРМІН-ТЛУМАЧЕННЯ*-(*ГРАФІЧНИЙ ЗАСІБ*). Розширює межі ігрових моделей можливість використання на будь-якому етапі трьох стандартних підказок: «50:50» (***КОНАС*** знімає дві хибні відповіді), «Допомога залу» (студент може скористатися сукупною думкою присутніх колег), «Допомога друга» (можна звернутися до конкретного колеги, зокрема, випадково обраного комп'ютером).

Звісно, описані спрощені інтерактивні засоби більше розраховані на молодший на середній шкільний вік, однак викликають інтерес та азарт, створюючи атмосферу невимушеності і творчого піднесення не лише у цілком дорослих молодих людей, а й у колективу зрілих науковців. Хоча для набуття навичок роботи з обраного фаху, закріплення теоретичних знань на практиці в умовах майбутньої професійної діяльності, максимально наближених до виконання посадових обов'язків, у функціоналі мультимедійної оболонки необхідно передбачити засоби моделювання складніших ігрових ситуацій – відповідно до спеціалізації академічної групи.

Обмежені норми часу та наочність наслідків прийняття індивідуального рішення в колективі глядачів чи учасників забезпечить розвиток теоретичного і практичного мислення, вміння вибудовувати стосунки з навколишніми суб'єктами, оволодіння моральними нормами наявного соціуму, формування відповідального ставлення до спільних рішень, проміжних і кінцевих результатів [2]. Створена один раз, мультимедійна оболонка гнучко інтегрується у середовище комп'ютеризованої навчальної системи і щоразу пропонує ігрову ситуацію з новим вмістом, відображаючи вибірку промаркованих ключових понять з архіву теоретичних відомостей за вказаними критеріями, орієнтованими на тему заняття, на персоналії, пристрої, події тощо. Будучи досить трудомістким видом навчальної діяльності, ділові ігри надають можливість формувати широкий спектр професійно-значущих якостей молодого фахівця; однак, незалежно від закладених дидактичних передумов, підготовка їх в автоматизованому профілі ***викладача*** з формалізованим маркуванням ключових понять не вимагатиме значних часових та емоційних затрат.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження представленої технології автоматизованого компонування засобів контролю знань необхідно зосередити на розробленні бази парадигм використовуваної термінології та інтеграції в проект бібліотеки тематичних словників відповідно до предметної області академічних дисциплін. Також застосування в освітньому середовищі лінгвістичних ресурсів, орієнтованих на семантичне опрацювання навчального контенту, що забезпечують побудову формальної моделі елементів змістового наповнення завдання контрольного заходу [7], розширить можливості ***КОНАС*** до експертної системи, здатної ефективно навчатися, накопичувати нові знання та надавати систематизовані відомості в максимально зручній формі.

Список використаних джерел

1. Аванесов В.С. Дистракторный анализ [Електронний ресурс]. – Режим доступу до документу 16.04.13 <http://avanesov.viperson.ru/wind.php?ID=660265&soch=1> Загол. з екрану. – Мова російська.

2. Гуревич Р. С. Сучасні інтерактивні технології навчання студентів / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2014. – № 4. – С. 99-104.
3. Нерода Т.В. Дослідження аспектів автоматизації документообігу в освітньому процесі / Т. Нерода // Педагогічні інновації у фаховій освіті: збірник наукових праць. – Ужгород: УжНУ «Говерла», 2013. – Вип.4. – С. 337-345.
4. Нерода Т. Інформаційна технологія автоматизації типових процесів в інфраструктурі освітнього закладу / Т.Нерода // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – № 16 (23). – С. 101-108.
5. Нерода Т. Проектування структури даних контрольного заходу для комп'ютеризованої навчальної системи / Т.Нерода // Наукові записки УАД – Львів, 2013. – №4(45). – С. 116-119.
6. Романюк О.Н. Тематичні кросворди / О.Н. Романюк, А.П. Гончар // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. Науково-методичний журнал. № 3, 2011. – 112 с.
7. Neroda T. Application of the content-analysis of information components of educational process for modelling of the educational documentation / T.Neroda // Materials international scientific-practical conference the «Sadykov readings: problem and ways of introduction of innovative technologies in the education space», September 26-28, 2013, Almaty. – Almaty, KazNPU n.a. Abay, 2013. – P. 304-307.

Анотація. Нерода Т. Інформаційно-комунікаційна технологія автоматизованого компонування засобів контролю знань.

Запропоновано напрями розвитку механізмів автоматизації профілю викладача як основного координатора інформаційного контенту. Формалізовано процес маркування ключових понять відповідно до призначення навчальної вправи шляхом введення в текстовий масив наявного інформаційно-методичного забезпечення точок входу термінів як складових елементів судження про певні поняття та їх тлумачень як пояснень про особливості й межі застосування терміну.

Представлено метод структурування електронних матеріалів архіву теоретичних відомостей, інтегрованого в комп'ютеризовану навчальну систему КОНАС, з метою виявлення тематичних зв'язок для автоматизованого компонування засобів контролю знань.

Обумовлено критерії відбору ефективних дистракторів та наведено діаграми моделювання базових елементів як тест-завдань поширених форм так і нестандартних рішень активізації пізнавальної діяльності. Показана доцільність та ефективність надання освітньому процесові ігрової форми за матеріалами проблемної частини навчальної програми.

Ключові слова: *комп'ютеризована навчальна система, освітній процес, контроль знань, структурування, контент-аналіз, понятійний апарат.*

Аннотация. Нерода Т. Информационно-коммуникационная технология автоматизированного компонирования средств контроля знаний.

Предложены направления развития механизмов автоматизации профиля преподавателя как основного координатора информационного контента. Формализован процесс маркировки ключевых понятий в соответствии с назначением учебного упражнения посредством введения в текстовый массив имеющегося информационно-методического обеспечения точек входа терминов как составляющих элементов суждения об определенных понятиях и их толкований как объяснений об особенностях и пределах применения термина.

Представлен метод структурирования электронных материалов архива теоретических сведений, интегрированного в компьютеризированную учебную систему КОНАС, с целью выявления тематических связок для автоматизированного компонирования средств контроля знаний.

Обусловлены критерии отбора эффективных дистракторов и приведены диаграммы моделирования базовых элементов как в качестве тест-задач распространенных форм так и нестандартных решений активизации познавательной деятельности. Показана целесообразность и эффективность придания образовательному процессу игровой формы по материалам проблемной части учебной программы.

Ключевые слова: *компьютеризированная учебная система, образовательный процесс, контроль знаний, структурирование, контент-анализ, понятийный аппарат.*

Abstract. Neroda T. Information-communication technology of the automized configuration of the control means of knowledge.

Are proposed the directions of development of automation mechanisms of of the teacher's profile as the main coordinator of the information content. It is formalized the process of marking the key concepts in

accordance with the appointment of educational exercise by introducing to a text array the available information and methodological software of the entry points of the terms as of the constituent elements of judgment about specific concepts and their definition as an explanation of the features and limits of the term's use.

Is submitted the method of structurization of electronic materials of the theoretical data archive, that is integrated into the computerized learning system КоНаС, in order to identify thematic links for the automatized combination of control means of knowledge.

Conditioned the selection criteria of effective distracters and presented simulation diagrams of basic elements of test-tasks of widespread forms as well as non-standard solutions of the cognitive activity actitvization. Is also shown appropriateness and effectiveness of imparting to the educational process the form of game based on materials of problematic part of the curriculum.

Key words: *computing educational system, educational process, the control of knowledge, structuring, content analysis, the conceptual apparatus.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Паламарчук О.С. Використання хмарного сервісу onedrive в навчальному процесі ВНЗ // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 87-92.

Palamarchuk A.S. Using cloud service OneDrive in the educational process of the university // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 87-92.

УДК 004.418

О.С. Паламарчук
Черкаський державний технологічний університет, Україна
palamarchuk.a85@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНОГО СЕРВІСУ ONEDRIVE В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВНЗ

Вступ. Швидкий розвиток Internet-технологій зумовив їх повсюдне впровадження та використання. Сьогодні важко уявити наше життя без соціальних мереж, електронної пошти та мережі Internet. Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) супроводжується появою нових технологій, методів та засобів накопичення, обробки, зберігання та передачі інформації. Однією із нових технологій є хмарні технології (ХТ), які швидкими темпами входять у всі сфери нашого життя: бізнес, медицина, побут, наука й освіта зокрема.

Використання ХТ в освітньому процесі надають можливість переходу на дистанційну форму навчання (ДФН), яка може застосовуватися як для окремих студентів, так і для цілих груп (особливо в період канікул, карантину чи вимушених перерв у навчальному процесі). В свою чергу, ДФН, яка широко використовується у ВНЗ, передбачає використання систем підтримки дистанційного навчання (СПДН), на базі яких розгорнуто курси дистанційного навчання з відповідними матеріалами: конспекти лекцій, презентації, лабораторні, практичні, семінарські та тестові завдання, підручники та посібники, програмне забезпечення та ін. Ці системи надають можливість завантажувати необхідні файли та матеріали з певними обмеженням розміру. Тому, виникає необхідність використання додаткових хмарних сервісів (ХС), в яких можна розмістити всю необхідну інформацію.

Аналіз досліджень та публікацій. Використанню ІКТ та мережних соціальних сервісів мережі Internet в освіті присвячено багато робіт вітчизняних та зарубіжних авторів. Серед них можна виділити роботи по застосуванню елементів дистанційного навчання при проведенні занять та в індивідуальній роботі студентів: Романа Б.Є. [6], Кухарчука Р.П. [2], Штогрина С.С. [6]; особливості використання хмарних сервісів в освіті розглянуто в роботі: Сейдаметова З.С., Сейтвелиева С.Н. [3]; питання застосування ІКТ в освіті розкрито в дослідженні Ставицької І.В. [4]; використання соціальних мережевих сервісів в освіті розглядали: Кречетникова И.В., Кречетников К.Г. [1]; особливості використання Internet в якості освітньої технології в системі вищої освіти та рекомендації щодо їх застосування наведено в роботі Грендона Джила [8]; ефективність використання cloud computing в процесі навчання і підготовки студентів описано в роботах [9] – [12]; комплексне використання хмарних сервісів в електронному навчальному курсі описано в роботі Герасименко І.В., Журавель К.І., Паламарчука О.С. [7].

Проаналізувавши зазначені публікації було виявлено, що в більшості робіт використання хмарних технологій описано досить поверхнево. Саме тому дана робота присвячена аналізу хмарного сервісу OneDrive як засобу забезпечення навчального процесу.

Постановка задачі. Визначити функціональні можливості хмарного сервісу OneDrive, проаналізувати його можливості й інструменти якими володіє. Визначити можливість використання OneDrive у навчальному процесі.

Мета роботи: Дослідити основні функціональні можливості хмарного сервісу OneDrive; визначити методику та засоби його застосування у навчальному процесі ВНЗ.

Основна частина.

Використання ІКТ в системі освіти здійснює вплив на освітні технології та створює нові, що впливають на подальший процес освіти. Це виражається у застосуванні комп'ютерів і телекомунікацій, спеціального устаткування, програмних та апаратних засобів, систем обробки інформації; створенні нових засобів навчання і збереженні знань, до яких належать електронні підручники і мультимедіа, електронні бібліотеки й архіви даних, глобальні та локальні освітні мережі, інформаційно-пошукові та інформаційно-довідкові системи.

Різновидом ІКТ є хмарні технології (обчислення), які представлені у вигляді хмарних програмних продуктів (ХПП) та хмарних сервісів, що надають можливість зберігати та опрацьовувати великі об'єми даних не завантажуючи дисковий простір пристроїв. Їх застосування в освітньому процесі прискорює обмін та обробку інформації, полегшує взаємодію та комунікацію користувачів.

У практиці індивідуальної роботи викладача та колективної співпраці зі студентами досить зручно використовувати ХПП та ХС, серед яких можна виділити, електронну стіну Padlet [14], електронні диски e-Disk [15], хмарні сховища з підтримкою офісного пакету MS Office Web Apps: Microsoft Office 365 [16], Microsoft OneDrive [19], Google [18], Yandex [20], Dropbox [17] та ін.

Проведенню викладачем лекційних, практичних, лабораторних чи семінарських занять потребує значної підготовки: опрацювання базової та додаткової літератури з теми, інформаційних джерел, розробки та укладання методичних матеріалів. Збереження та опрацювання цих матеріалів потребує значного дискового простору на комп'ютері, ноутбукі чи на флеш-носіях. Але не завжди є можливість зберегти ввесь об'єм даних чи використати власні носії. В такому випадку необхідне використання ХС. Одним з таких є хмарних сервіс Microsoft OneDrive (рис. 1).

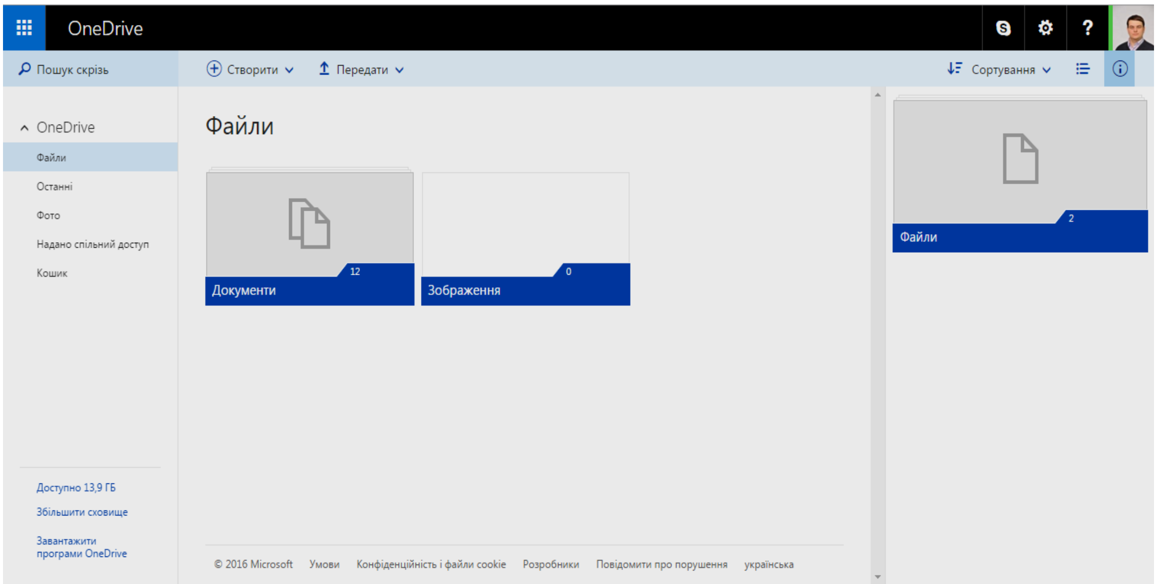


Рис. 1. Робоча область OneDrive

OneDrive – це безкоштовне on-line сховище в хмарі (особисте або корпоративне), яке надається разом із обліковим записом Microsoft. Пройшовши реєстрацію, користувач отримує власне сховище об'ємом 15 ГБ, яке можна, при потребі, збільшувати. Воно працює як додатковий жорсткий диск, доступний на будь-яких пристроях [13].

Розглянемо більш детально структуру та функціонування ХС OneDrive. OneDrive надає можливість:

– зберігати необмежений період часу текстові документи, електронні таблиці, презентації, PDF-файли, фотографії, відео- та аудіо файли;
– створювати: папки за тематиками, групами чи дисциплінами, зберігати в них різні файли (документи) (рис. 2); документи Word, електронні таблиці Excel, презентації PowerPoint, блокнот OneNote та опитування Excel;
– надавити доступ до окремих файлів чи цілих папок (для перегляду або для редагування) визначеному колу осіб або необмеженій кількості (колегам, студентам);
– спільної роботи з документами;
– завантажувати обрані файли;

– копіювати та переміщувати елементи в межах робочого простору OneDrive;
– видаляти та перейменовувати файли й папки;
– створювати html-код щоб вбудувати обраний файл чи папку у блог чи на web-сторінку, при цьому читачі (блогу, сайту) зможуть переглядати обраний елемент не входячи в службу;
– для файлів, створених засобами MS Office або Office Online передбачено *Журнал версій*, в якому міститься список змін, модифікацій файлу із зазначенням дати, часу та автора змін. Це є досить актуальним, коли над файлом працює кілька осіб або ціла команда.

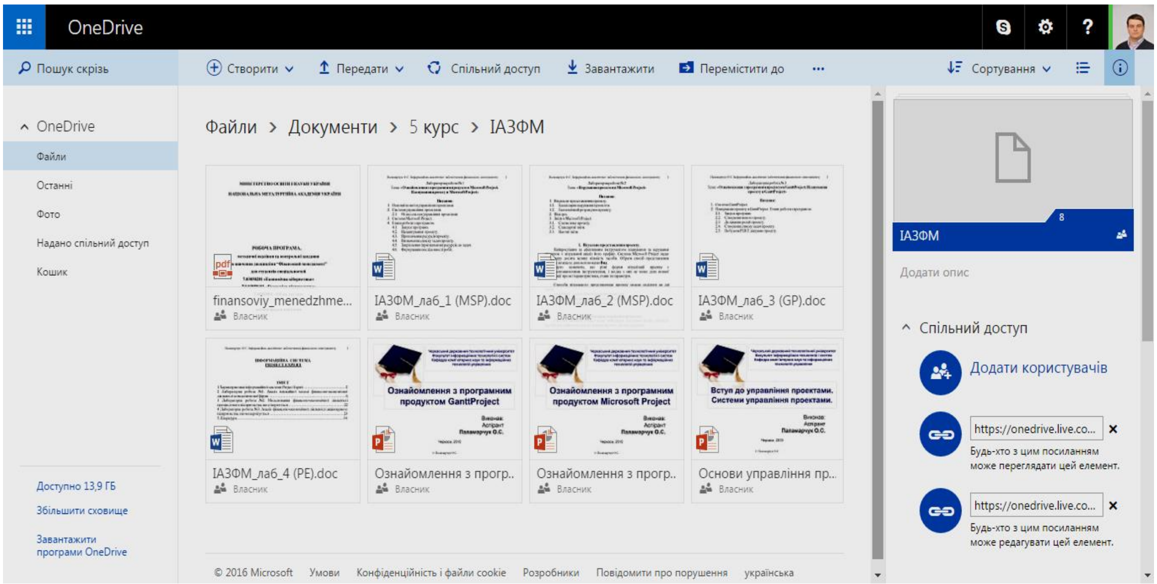


Рис. 2. Робоча папка в середовищі OneDrive

Робоча папка в середовищі OneDrive (рис. 2) має структуру, схожу з папками в Windows. В лівій частині знаходяться пункти меню та вказується доступний обсяг пам’яті. В правій – відображаються файли; зверху знаходиться рядок функціональних кнопок.

Для відображення інформації про об’єкт (папку або файл) необхідно натиснути на кнопку  або вибрати з контекстного меню (права кнопка миші) пункт *додаткові відомості*. Після цього у правій частині з’явиться додаткове вікно де буде відображатися обраний елемент та три розділи: спільний доступ, відомості та коментарі.

Розділ *спільний доступ* має три активних підпункти:
– *додати користувачів* з правами редагування або перегляду;
– *посилання на перегляд файлу*;
– *посилання на редагування файлу*.

Надати спільний доступ до обраного файлу також можна натиснувши у верхньому рядку функціональну кнопку *«Спільний доступ»* (рис. 3). З’явиться форма, за допомогою якої:
– обирається тип доступу (перегляд чи редагування) та генерується відповідне посилання на файл;
– додати електронні адреси користувачів, яким буде надіслано посилання на файл;
– надіслати запрошення у соціальні мережі.

Натиснувши *Керування дозволами* – у правій частині вікна з’явиться вже знайома нам довідкова інформація (рис. 2).

У розділі *відомості* наводяться наступні дані: тип файлу, розмір, дата створення, шлях та інші дані.

У розділі *коментарі* можна додати коментар, уточнення чи примітку до обраного файлу.

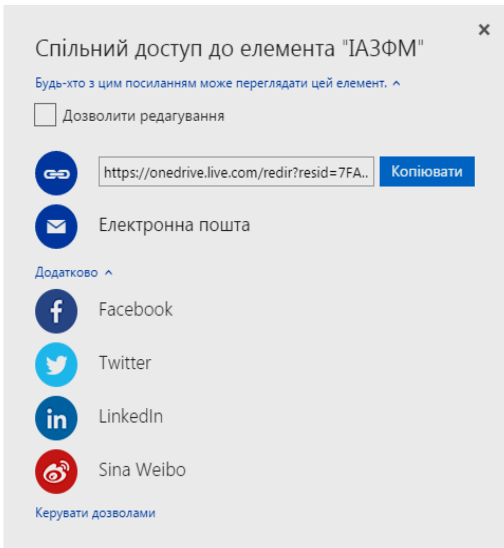


Рис. 3. Надання спільного доступу до обраного елементу

Використовуючи MS OneDrive при підготовці до занять – викладач має можливість [5]:

– створити необхідні матеріали: текстові файли, електронні таблиці та презентації;
– завантажити об'ємні файли: посібники (в різних форматах), відеофільми та програмні засоби, розміри яких часто не дає змоги здійснити завантаження безпосередньо в СПДН;
– використовуючи служби Skype, Facebook, Google, Twitter і LinkedIn створити списки контактів студентів, яким у надати доступ до робочих матеріалів;
– створити групи користувачів для подальшого надання доступу.

Підготовлений до заняття матеріал (лекції, презентації, теоретичну та методичну літературу, аудіо- та відео файли, тестові завдання) викладач розміщує у ХС MS OneDrive та надсилає студентам запрошення з посиланням для перегляду (рис. 2, 3) розмістивши його у відповідному розділі СПДН. Таким чином, студенти отримують доступ до всієї інформації необхідної для засвоєння матеріалу, яку вони можуть скачати на свій комп'ютер чи носій або користуватися on-line.

MS OneDrive можна використовувати для реалізації інших елементів навчального процесу. Так, студенти в ХС можуть виконувати:

– *реферати, індивідуальні завдання (самостійні, творчі, наукові роботи)* та надсилати викладачу посилання для редагування та перевірки;
– *колективні проекти*, надаючи команді проекту дозвіл на редагування для здійснення колективної роботи;
– *контрольні, курсові, дипломні роботи*, надсилаючи викладачу посилання з дозволом на редагування для перевірки, що значно зменшить кількість друкованих версій документів.

В якості напрямів подальших досліджень можна виділити наступні:

– застосування ХС OneDrive в процесі формування та розподілу навантаження між викладачами кафедри;
– застосування ХС OneDrive при формуванні розкладу занять для студентів ВНЗ;
– застосування ХС OneDrive в роботі з деканатом та навчальною частиною ВНЗ;
– використання ХС OneDrive для формування індивідуального плану роботи викладачів кафедри та контролю за його виконанням;
– використання засобів ХС OneDrive для забезпечення документообігу кафедри.

Висновки. Розвиток сучасних освітніх інформаційних технологій спрямований на вироблення індивідуального підходу викладача до навчально-виховного процесу студентів. Використання хмарних технологій в навчальному процесі надає можливість викладачу оволодіти новими формами, методами та прийомами ефективного проведення занять. У свою чергу, застосування хмарних технологій, зокрема хмарного сервіс Microsoft OneDrive, підвищує ефективність навчання та полегшує навчальний процес як для викладачів так і для студентів.

Список використаних джерел

1. Кречетников К.Г. Социальные сетевые сервисы в образовании [Электронный ресурс] / К.Г.Кречетников, И.В. Кречетникова / Тихоокеанский военно-морской институт имени С.О. Макарова. – Режим доступа: http://ido.tsu.ru/other_res/pdf/3(39)_45.pdf.
2. Кухарчук Р.П. Застосування елементів дистанційного навчання в індивідуальній роботі студентів /Р.П. Кухарчук [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://int-konf.org/konf102014/891-kandidat-pedagogchnih-nauk-kuharchuk-r-p-zastosuvannya-elementv-distancynogo-navchannya-v-ndivdualny-robot-studentv.html. – Назва з екрану.
3. Сейдаметова З.С. Облачные сервисы в образовании / З.С. Сейдаметова, С.Н. Сейтвелиева [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ite.kspu.edu/webfm_send/211. – Назва з екрану.
4. Ставицька І.В. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті / І.В. Ставицька // X Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні методи викладання іноземної мови професійного спрямування у вищій школі» – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://confesp.fl.kpi.ua/ru/node/1103.
5. Паламарчук О.С. Використання Internet-сервісу OneDrive у підготовці та проведенні занять у ВНЗ / О.С. Паламарчук // матеріали доповідей науково-практичного семінару «Хмарні технології в сучасному університеті» (ХТСУ-2015): Черкаси, 24 березня 2015 р. – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – С. 36-37.
6. Штогрин С.С. Застосування елементів дистанційного навчання при проведенні занять зі студентами денної форми навчання / С.С. Штогрин, Б.Є. Роман [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elibrary.nubip.edu.ua/5505/1/10css.pdf.
7. Gerasimenko I.V. Integrate use of cloud services in e-learning course / I.V. Gerasimenko, K.I. Zhuravel, O.S.Palamarchuk // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, III(37), Issue: 75, 2015. – P. 29-32.

8. Grandon Gill. 5 (really) hard things about using the internet in higher education [Електронний ресурс] / G.Grandon // eLearn Magazine, #3, 2006. – P. 1. – Режим доступу: http://delivery.acm.org/10.1145/1130000/1126019/p1-gill.html.
9. Sarathy V. Next generation Cloud Computing Architecture. Enabling real-time dynamism for shared distributed physical infrastructure [Електронний ресурс] / V. Sarathy, P. Narayan, R. Mikkilineni, – Los Altos, CA: Kawa Objects, Inc. – Режим доступу: http://www.kawaobjects.com/resources/PID1258479.pdf.
10. Rayport J. Envision the cloud: the next computing paradigm [Електронний ресурс] / J. Rayport, A. Heyward. – Marketspace Report, 2009. – Режим доступу: http://marketspacenext.files.wordpress.com/2011/01/envisioning-the-cloud.pdf.
11. Thomas P. Y. Cloud Computing: A potential paradigm for practicing the scholarship of teaching and learning [Електронний ресурс] / P. Y. Thomas– Instructional Designer Educational / Technology Unit Centre for Academic Development: University of Botswana. – Режим доступу: http://www.ais.up.ac.za/digi/docs/thomas_paper.pdf.
12. Les Pang. Applying Cloud Computing in the Classroom [Електронний ресурс]/ Les Pang. – Graduate School of Management and Technology, 2009. – Режим доступу: http://deoracle.org/online-pedagogy/teaching-strategies/applying-cloud-computing.html.
13. Початок роботи зі OneDrive – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://windows.microsoft.com/uk-ua/windows-8/getting-started-onedrive-tutorial.
14. Електронна стіна Padlet. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://padlet.com/
15. Файлове сховище e-Disk [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://edisk.ukr.net/
16. Хмарний Internet-сервіс Microsoft Office 365 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://login.microsoftonline.com/
17. Хмарне середовище збереження даних Dropbox. [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://www.dropbox.com/
18. Хмарне сховище даних Google. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.google.com/drive/
19. Хмарне середовище збереження даних OneDrive. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://onedrive.live.com/
20. Хмарне сховище даних Yandex. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://disk.yandex.ua/

Анотація. Паламарчук О.С. Використання хмарного сервісу OneDrive в навчальному процесі ВНЗ.

Метою дослідження є аналіз хмарного сервісу OneDrive. Завданням дослідження є аналіз функціональних можливостей хмарного сервісу OneDrive та визначення засобів їх реалізація у навчальному процесі у ВНЗ. Об'єктом дослідження є хмарний сервіс OneDrive, предметом дослідження є його інструменти та засоби, що використовуються в навчальному процесі ВНЗ. Активний розвиток інформаційних технології направлений на формування нових підходів та методик викладання дисциплін у ВНЗ. Використання інформаційних технологій в освітньому процесі орієнтоване на вироблення індивідуального підходу до кожного студента. Застосування хмарних технологій в навчальному процесі підвищує якість та ефективність навчання студентів ВНЗ; полегшує процес подання інформації студентам, її засвоєння та контролю знань.

Ключові слова: *інформаційно-комунікаційні технології, хмарні технології, хмарні сервіси, система підтримки дистанційного навчання.*

Аннотация. Паламарчук А.С. Использование облачного сервиса OneDrive в учебном процессе ВУЗа.

Целью исследования является анализ облачного сервиса OneDrive. Задачей исследования является анализ функциональных возможностей облачного сервиса OneDrive и определение средств их реализация в учебном процессе в ВУЗах. Объектом исследования является облачный сервис OneDrive, предметом исследования является его инструменты и средства, используемые в учебном процессе ВУЗа. Активное развитие информационных технологий направлено на формирование новых подходов и методик преподавания дисциплин в ВУЗах. Использование информационных технологий в образовательном процессе ориентировано на выработку индивидуального подхода к каждому студенту. Применение облачных технологий в учебном процессе повышает качество и эффективность обучения студентов ВУЗа; облегчает процесс представления информации студентам, ее усвоения и контроля знаний.

Ключевые слова: *информационно-коммуникационные технологии, облачные технологии, облачные сервисы, система поддержки дистанционного обучения.*

Abstract. Palamarchuk A.S. Using cloud service OneDrive in the educational process of the university.
The aim of the study is to analyze the cloud service OneDrive. The aim of the study is to analyze the functionality of the cloud service OneDrive and determination means for their implementation in the educational process in higher educational institutions. The object of research is a cloud service OneDrive, the subject of the study is its tools and instruments used in the educational process of the university. Active development of information technologies is aimed at the formation of new approaches and methods of teaching disciplines in universities. Use of information technologies in educational process focused on the development of an individual approach to each student. The use of cloud technologies in the educational process improves the quality and effectiveness of teaching higher school students; facilitates the process of providing information to students, her learning and knowledge control.

Keywords: *information and communication computing, cloud computing, cloud services, support system of distance learning.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Прохоров Д.И. Методика взаимосвязанного обучения математике во внеучебной и учебной деятельности в 7-9 классах // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 93-97.

Prokhorov D.I. Technique of the interconnected training to the mathematician in extracurricular and educational activities in grades 7-9. // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 93-97.

УДК 51 (072)

Д.И. Прохоров
Минский городской институт развития образования, Беларусь

МЕТОДИКА ВЗАИМОСВЯЗАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ ВО ВНЕУЧЕБНОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В 7-9 КЛАССАХ

В имеющихся исследованиях по методике организации и проведения различных форм внеучебных занятий и изучении отдельных тем без использования ИОР (В.А. Гусев, Н.И. Мерлина, В.И. Мишин, А.В. Фарков и др.), факультативных занятий (В.В. Афанасьев, И.В. Соколова), кружков по математике (Р.С. Есаян, Н.П. Макарова, Ю.А. Митенев, В.О. Швець, Л.В. Заболотня, И.С. Соколовська) проблема разработки методики взаимосвязанного обучения математике на внеучебных и учебных занятиях не затрагивалась. Новой современной задачей системы общего среднего образования является формирование у учащихся конкретных и общеучебных умений и навыков, которые необходимы в любом виде деятельности и будущей профессии. В связи с этим становится актуальной задача разработки *методики взаимосвязанного обучения учащихся математике во внеучебной и учебной деятельности*.

Актуальность такой работы обусловлена также необходимостью преодоления несоответствий между: низким уровнем мотивации учения, математической подготовки учащихся и возрастающей ролью математики в социально-экономическом развитии страны; дидактическими возможностями компьютерных ИОР, которыми не обладают печатные средства обучения, и недостаточной разработанностью научно обоснованных частных методик их использования; когнитивными целями обучения, сформулированными программой, учителем и реальным уровнем обученности учащихся.

Под *методикой взаимосвязанного обучения математике во внеучебной и учебной деятельности* мы понимаем содержательное наполнение и организацию форм, методов и средств обучения математике, взаимосвязь которых обусловлена единством образовательных, воспитательных и развивающих целей. При этом по нашему мнению, внеучебная деятельность выходит за рамки факультативных занятий, включает в себя также стимулирующие и поддерживающие занятия, дополнительные образовательные услуги (индивидуальные и групповые консультирования, в том числе с использованием возможностей ИОР), тематические вечера, недели математики и т.д. *Условия разработки методики взаимосвязанного обучения математике во внеучебной и учебной деятельности* состоят в создании педагогической ситуации, направленной на повышения мотивации учения и уровня обученности учащихся посредством проектирования индивидуальной образовательной траектории, информационного распределения содержания обучения с учетом образовательных запросов и индивидуальных особенностей обучающихся, включения во внеучебную и учебную деятельность элементов компьютерного моделирования математических объектов на основе ИОР.

Становление и развития информационного общества, перестройка содержания учебных и внеучебных занятий явилось основой для дополнения *личностно-ориентированного* и *компетентностного подходов* к обучению идеями *конструктивистского подхода*, что проявляется в организации процесса обучения, основанного на включении элементов актуализации и эффективного развития личностного потенциала учащегося, овладение методами научного мышления на основе конструирование содержания обучения самим учеником в зависимости от личностных особенностей и уровня знаний.

С учетом специфики взаимосвязанного обучения математике на внеучебных и учебных занятиях, общедидактические *принципы обучения* (культуросообразности, стимулирования и развития мотивации, наглядности и сочетания научности и доступности в организации содержания обучения, индивидуализации обучения, активизации самостоятельной деятельности обучаемых, системности и последовательности обучения) дополнены нами принципами: *принципом реализации взаимосвязи когнитивной и личностно-развивающей составляющих процесса обучения* математике, предполагает предоставление учащимся индивидуального темпа и траектории изучения учебного материала на внеучебных и учебных занятиях; *принципом оптимальной информационной насыщенности учебного материала*, предусматривает соответствие предъявляемого учебного материала личностным особенностям обучающегося, уровню его знаний с целью их углубления и расширения; *принципом реализации внутрипредметных связей и межпредметных связей учебного предмета «Математика» с другими естественнонаучными учебными предметами*, направлен на выявление параллельных и преемственных меж- и/или внутрипредметных связей математики и физики, информатики, географии и др., системность восприятия, осознания и запоминания обучаемым учебной информации, а также предполагает устранение дублирования учебного материала [2].

Эффективность взаимосвязи внеучебной и учебной деятельности обеспечивается основаниями отбора и структурирования содержания обучения: *преемственности организации учебного материала на внеучебных и учебных занятиях, расширения и углубления содержания внеучебных и учебных занятий за счет дополнения типовых задач задачами с несколькими вариантами решения, нестандартными задачами и задачами, направленными на предупреждение ошибок учащихся.*

Системность компонентов методики взаимосвязанного обучения математики во внеучебной и учебной деятельности учащихся 7-9 классах выражается во взаимосвязи трех аспектов:

1. *Целеполагание.* Нами выделены цели внеучебной деятельности по математике в 7-9 классах: *образовательную* – расширение и углубление математических знаний в соответствии с индивидуальными способностями и возможностями учащихся; *развивающую* – поддержание и стимулирование мотивации учения, развитие математической культуры; *воспитательную* – воспитание таких качеств личности как самостоятельность, любознательность, целеустремленность [1].

2. *Содержательный.* С учетом выделенных нами оснований отбора и структурирования содержания взаимосвязанной внеучебной и учебной деятельности по математике в 7-9 классах, за счет дополнительного материала изучаемого на внеучебных занятиях, определены укрупненные тематические блоки («Линейное уравнение. Линейная функция. Система линейных уравнений с двумя неизвестными, ее геометрическая интерпретация», «Квадратное уравнение. Квадратичная функция», «Функции», «Треугольник», «Параллельные прямые», «Прямоугольный треугольник», «Подобие треугольников») [3]. Данные темы, изучаемые в курсе математики, используются при изучении других естественнонаучных учебных предметов, их содержание способствует формированию конкретных и общеучебных умений и навыков учащихся, позволяет реализовывать пропедевтику некоторых математических понятий и закономерностей или повторить их при последующем обучении.

3. *Организационно-методический*. В условиях информационного общества, направленности образования на развитие личности учащегося, а также специфики взаимосвязи внеучебной и учебной деятельности по математике наиболее перспективным является сочетание традиционных и интерактивных форм, методов и средств обучения, поскольку такое сочетание позволяет эффективно реализовывать познавательную и обучающую функции обучения в их взаимосвязи. Под **интерактивными методами обучения математике** мы понимаем способы диалогического и полилогического взаимодействия в процессе овладения субъектами содержанием математики и способами деятельности по усвоению этого содержания, включающие два типа интерактивных отношений: 1) *субъектно-субъектные* (учитель $\leftrightarrow$ учащийся, учитель $\leftrightarrow$ группа учащихся, учащийся $\leftrightarrow$ учащийся, учащийся $\leftrightarrow$ группа, группа $\leftrightarrow$ группа и т. п.): методы создания благоприятной атмосферы, организации коммуникации («поменяемся местами», «опасения и ожидания» и др.), организации познавательной деятельности («цветные фигуры», «работа с понятиями», «интеллектуальные качели», «логическая цепочка», «лестницы и змейки», «деловая игра» и др.), рефлексивной деятельности («рефлексивная мишень», «ладонь» и др.); 2) *субъектно-объектные* (учащийся $\leftrightarrow$ ИОР (учащийся $\leftrightarrow$ текст, учащийся $\leftrightarrow$ компьютер, группа учащихся $\leftrightarrow$ ИОР удаленного доступа и т.д.)) [4]. Нами разработаны следующие формы проведения взаимосвязанных внеучебных и учебных занятий по математике:

- **Ресурсное занятие**, которое обеспечивает вариативность выбора взаимосвязанных алгебраических и геометрических компонентов содержания, процессуальных сторон обучения учащихся с различными доминирующими типами математического мышления посредством интеграции содержания двух и более учебных тем, и направлено на системное, проблемно-эвристическое изучение математического объекта в его взаимосвязях с другими и применение полученных знаний на практике. На ресурсном занятии обучающийся имеет возможность выполнять учебные действия посредством применения полученных ранее знаний на уроке, что позволяет выстроить *учебный цикл* усвоения и контроля результатов:

урок – 1) диагностика уровня усвоения предыдущего материала, готовности к усвоению нового;

2) изучение нового материала;

3) первичное закрепление;

ресурсное занятие – 4) поэлементная диагностика знаний, полученных на уроке, их коррекция;

5) обобщение и расширение знаний посредством использования правила третьей задачи, учебно-исследовательской деятельности.

- **Градационная форма проведения взаимосвязанных внеучебных и учебных занятий** – это такая организация интерактивного взаимодействия между субъектами образовательного процесса, при которой учебная информация укрупненных тематических блоков распределена по слоям, каждый последующий слой усиливает (обобщает, обогащает, расширяет и углубляет) содержание предыдущего. При этом субъект-субъектное взаимодействие учитель-ученик приобретают возможность вариативности обучения, т.е. учитель выбирает интерактивные методы и содержание слоя с учетом диагностично поставленной дидактической цели и доминирующих типом математического мышления обучающихся; ученик имеет возможность построения индивидуальной образовательной траектории в соответствии с уровнем своих знаний и притязаний на основе компьютерного моделирования содержания информационного слоя.

Нами разработано учебно-методическое обеспечение методики взаимосвязанного обучения математике во внеучебной и учебной деятельности по математике в 7-9 классах, включающее: ***ИОР «Математика во внеклассной работе. 7-9 классы»***, содержащий модуль администрирования, учебный модуль (20 апплетов, соответствующих выделенным укрупненным тематическим блокам), модуль обратной связи [5]. Компонентами учебного модуля ИОР «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» являются апплеты. **Апплет** – уникальное современное средство обучения, содержание которого представляет собой учебно-методический ресурс для организации взаимосвязей внеучебных и учебных занятий по математике с учащимися 7-9 классов. ИОР обеспечивает взаимосвязь содержания внеучебных и учебных занятий, поскольку позволяет предъявлять учебный материал в соответствии с уровнем знаний обучающихся с целью углубления и расширения, т.е. в зависимости от уровня исходных знаний учащегося по теме он под руководством учителя может выбрать различные информационные слои на которых размещено содержание апплетов: 1 слой – предназначен для изучения и закрепления основных математических понятий, свойств, формул, закономерностей и т.д.; 2 слой – предназначен для закрепления изученного материала по теме путем установления, использования и систематизации связей с другими математическими объектами (уравнение – график соответствующей функции, вид треугольник – медианы, биссектрисы, высоты треугольника и т.д.); 3 слой – предназначен для обогащения связей между ближайшими и отдаленными понятиями, а также введении понятий и связей, выходящих за пределы учебной программы (квадратичная функция как произведение двух линейных, вневписанная окружность, прямая Эйлера и т.д.) [6].

Содержание апплетов составлено с учетом закономерностей визуального восприятия математических объектов (наглядное моделирование содержания внеучебной деятельности на основе динамических возможностей ИОР) и индивидуальных мыслительных особенностей учащихся (типов математического мышления) [3, 6]. Так для учащихся с доминирующим топологическим типом все математические объекты, представленные в апплетах, визуализированы (для уравнений приведены графики соответствующих им функций, словесные формулировки определений геометрических объектов и их свойств сопровождаются динамическими рисунками и т.д.); учащихся с метрическим типом мышления имеют возможность работать с конкретными числовыми значениями коэффициентов уравнений, динами отрезков, градусными мерами углов и т.д.; для учащихся с доминирующим алгебраическим и проективным типом предусмотрены динамические возможности изменения местоположения, формы, значений коэффициентов изучаемых математических объектов; учащимся с порядковым типом будут полезны краткие алгоритмы решения типичных задач, представленные к теоретическом материале и т.д.

Изданы ***«Сборник нестандартных задач и упражнений для внеклассных занятий по математике в 5-7 классах»; «Сборник нестандартных задач и упражнений для внеклассных занятий по математике в 8-9 классах»*** которые содержат нестандартные задачи и упражнения (задачи, для решения которых необходимо использовать знания из других естественнонаучных дисциплин; требующие рассмотрения различных свойств изучаемого объекта; имеющие несколько вариантов решения, причем самый очевидный не является наиболее рациональным; с избыточным или недостаточным условием; имеющие практическое применение в реальных условиях), выстроенные с учетом выделенных оснований отбора и структурирования содержания обучения, краткие теоретические сведения по темам учебного предмета «Математика», познавательные факты из истории математики, примеры решения типичных заданий, примеры типичных ошибок, допускаемых учащимися [7, 8].

Проверка эффективности методики взаимосвязанного обучения математике во внеучебной и учебной деятельности в 7-9 классах и ее учебно-методического обеспечения показала, что уровень усвоения программного материала у учащихся экспериментальной и контрольной выборок различен, причем методика взаимосвязанного обучения математике на внеучебных и учебных занятиях, реализованная в экспериментальной выборке, оказалась более результативной по сравнению с традиционной методикой, применявшейся в контрольной выборке. Проведенное нами исследование показало, что разработанные научно-методические положения, опирающиеся на современные исследования в области дидактики и методики, а также разработанная методика взаимосвязанного обучения математике на внеучебных и учебных занятиях, включающая интерактивные формы и методы обучения, новые ИОР (печатные и электронные средства обучения), могут использоваться в образовательном процессе учреждений общего среднего образования и способствуют повышению уровней мотивации учения и обученности учащихся, а значит – способствуют повышению эффективности математической подготовки.

Список использованных источников

1. Прохоров, Д. И. Некоторые аспекты планирования содержания внеклассной работы по математике в 5-9 классах / Д. И. Прохоров // Матэматыка: праблемы выкладання. – 2013. – № 2. – С. 9-18.
2. Прохоров, Д. И. Некоторые дидактические положения разработки методической системы взаимосвязанного обучения математике на уроках и внеклассных занятиях / Д. И. Прохоров // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. – 2014. – № 7. – С. 53–57.
3. Прохоров, Д. И. Критерии отбора содержания внеклассных занятий для учащихся с разными типами математического мышления / Д. И. Прохоров // Веснік адукацыі. – 2013. – № 12. – С. 17-24.
4. Прохоров Д. И. Интерактивные формы и методы проведения уроков и внеклассных занятий по математике / Д. И. Прохоров // Веснік адукацыі. – 2015. – № 7. – С. 19-29.
5. Информационно-образовательный ресурс «Математика во внеклассной работе. 7-9 классы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://diprokhorov.blogspot.com/. – Дата доступа : 25.01.2016.
6. Прохоров, Д. И. Использование информационно-образовательного ресурса «Математика во внеклассной работе. 7-9 классы» / Д. И. Прохоров // Веснік адукацыі. – 2015. – № 3. – С. 21-32.
7. Прохоров, Д. И. Сборник нестандартных задач и упражнений для внеклассных занятий по математике в 5-7 классах : пособие для учащихся учреждений общего среднего образования / Д. И. Прохоров. – Мозырь : Белый Ветер, 2015. – 138 с.
8. Прохоров, Д. И. Сборник нестандартных задач и упражнений для внеклассных занятий по математике в 8-9 классах : пособие для учащихся учреждений общего среднего образования / Д. И. Прохоров. – Мозырь : Белый Ветер, 2015. — 145 с.

Анотація. Прохоров Д.І. Методика взаємопов'язаного навчання математики у позанавчальній та навчальній діяльності в 7-9 класах.

У статті описана структура і зміст навчально-методичного забезпечення методики взаємопов'язаного навчання математики у позанавчальній та навчальній діяльності учнів 7-9 класів закладів загальної середньої освіти.

Автор виділяє і аналізує такі структурні елементи як дидактичні цілі, зміст, інтерактивні форми і методи навчання. При розгляді змісту навчання автор виділяє ряд тем навчального предмета «Математика», використовуваних при вивченні інших навчальних предметів природничого циклу, що актуалізує необхідність пропедевтичного розгляду або подальшого повторення даних тем на позанавчальних заняттях з математики. Особливу увагу приділено інтерактивним формам і методам навчання.

Розглянуто особливості використання розробленого навчально-методичного забезпечення (ІОР «Математика в позакласній роботі. 7-9 класи», «Збірник нестандартних завдань і вправ для позакласних занять з математики в 5-7 класах»; «Збірник нестандартних завдань і вправ для позакласних занять з математики в 8-9 класах »), що сприяє практичному впровадженню розробленої методики.

Ключові слова: *методика, взаємозалежне навчання, навчальна і позанавчальна діяльність, інформаційно-освітній ресурс.*

Аннотация. Прохоров Д.И. Методика взаимосвязанного обучения математике во внеучебной и учебной деятельности в 7-9 классах.

В статье описана структура и содержание учебно-методического обеспечения методики взаимосвязанного обучения математики во внеучебной и учебной деятельности учащихся 7-9 классов учреждений общего среднего образования.

Автор выделяет и анализирует такие структурные элементы методики взаимосвязанного обучения математики во внеучебной и учебной деятельности, как дидактические цели, содержание, интерактивные формы и методы обучения. При рассмотрении содержания обучения автор выделяет ряд тем учебного предмета «Математика», используемых при изучении других учебных предметов естественнонаучного цикла, что актуализирует необходимость пропедевтического рассмотрения или последующего повторения данных тем на внеучебных занятиях по математике. Особое внимание уделено интерактивным формам и методам обучения.

В статье рассмотрены особенности использования разработанного учебно-методического обеспечения предлагаемой методики (ИОР «Математика во внеклассной работе. 7-9 классы», «Сборник нестандартных задач и упражнений для внеклассных занятий по математике в 5-7 классах»; «Сборник нестандартных задач и упражнений для внеклассных занятий по математике в 8-9 классах») что способствует практическому внедрению разработанной методики.

Ключевые слова: *методика, взаимосвязанное обучение, учебная и внеучебная деятельность, информационно-образовательный ресурс.*

Abstract. Prokhorov D. Technique of the interconnected training to the mathematician in extracurricular and educational activities in grades 7-9.

The article describes the structure and content of training and methodological support of the interconnected training techniques of mathematics in extracurricular and educational activity of pupils of 7-9 classes of general secondary education institutions.

The author identifies and analyzes these structural elements are interconnected methods of teaching mathematics in extracurricular and educational activities such as teaching goals, content, interactive forms and methods of teaching. When considering the content of teaching the author singles out a number of topics of the subject "Mathematics", used in the study of other subjects of natural-science cycle that actualizes the need propaedeutic examination or subsequent repetition of the data on extra-curricular classes in mathematics. Particular attention is given to forms and interactive teaching methods.

The article describes the features of the use of the developed training and methodological support of the proposed methodology (IOR "Maths in extracurricular activities 7-9.", "Collection of non-standard tasks and exercises for extracurricular activities in mathematics in grades 5-7", "Collection of non-standard tasks and exercises for extracurricular activities in mathematics in grades 8-9 ") that promotes the practical implementation of the developed method.

Keywords: *methodology, the interrelated training, educational and extracurricular activities, the informational and educational resource.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Рихтер Т.В. Уровни сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 99-102.

Richter T.V. Levels of formation professional competences of students of the higher school // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 99-102.

УДК 37.018.46

Т.В. Рихтер
*Соликамский государственный педагогический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия*

УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Постановка проблемы. В настоящее время модернизация системы высшего образования направлена на организацию комплексной деятельности по формированию профессиональных компетенций обучающихся, как основного требования Федеральных государственных образовательных стандартов, поэтому определение уровней их сформированности является актуальной проблемой повышения качества профессиональной подготовки студентов.

Анализ актуальных исследований. Анализ исследований в данной области (О.А. Абдуллина, И.А. Адаев, А.В. Андриенко, В.И. Байденко, Д.Г. Ващенко, А.Ю. Герасименко, Ж.В. Глотова, Г.А. Засобина, И.Н. Зольникова, Е.Я. Коган, О.В. Костина, Н.В. Кузьмина, О.А. Минеева, Д.Г. Мирошин, Н.В. Пахаренко, В.В. Сериков, Л.Ф. Спирин, С.Е. Шишов, А.В. Усова, Н.М. Яковлева и др.) указал на отсутствие единой точки зрения по вопросам оценки компетенций в научно-методологической области согласно требованиям ФГОС и недостаточную разработанность педагогических измерительных материалов.

Компетенция, по мнению большинства ученых (А.Г. Бермус, Ю.Ю. Гавронская, И.А. Зимняя, М.Минько, А.В. Хуторской и др.), является интегративной характеристикой личности.

Различные подходы к трактовке понятия «профессиональная компетенция» рассмотрены в работах таких авторов, как Н.Н. Двуличанская, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, М.Д. Ильязова, Е.А. Кагакина, М.В. Крупина, О.Е. Курлыгина, А.К. Маркова, Л.М. Митина, Ю.Г. Татур, Ю.В. Фролов, А.В. Хуторской, Т.А. Чекалина, В.Д. Шадриков и др. Данная компетенция определяется способностью, свойством, качеством, готовностью и стремлением, характеристикой личности.

Анализ зарубежного опыта оценивания результатов обучения указывает на возможность использования различных уровневых таксономий.

Б. Блумом выделено шесть уровней усвоения содержания образования: знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка [8]. Д. Бокком [9] и Дж. Гилфордом [10] разработана модель, включающая три уровня обучения: содержание, продукты, операции с их видами и категориями.

С. Торпом и Дж. Клиффордом выделены четыре степени научения: бессознательная и осознанная некомпетентности, осознанная и бессознательная компетентности, составляющие основу теории компетентностей для оценки их сформированности в различных видах общеобразовательных учреждений [7].

В России наибольшей популярностью пользуются таксономии В.П. Беспалько (четыре уровня усвоения: узнавание, деятельность в стандартных и нестандартных ситуациях, новой области) [1], В.П.Симонова (пять уровней усвоения: различение, запоминание, понимание, обученность, перенос) [6].

Н.В. Пахаренко и И.Н. Зольникова считают, что при определении уровня сформированности любой компетенции необходимо подобрать индивидуальный и оптимальный метод для выявления уровня сформированности каждой из ее компонент [4].

Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Фишман И.С. в своем исследовании указывают на следующие основания при выделении уровней сформированности компетенций [3, с. 164]:

- уровень субъектности (от воспроизведения культурно признанных норм, образцов до конструирования в ситуациях неопределенностей);
- уровень интеграции (от отдельно законченного действия посредством сложносоставной деятельности к соорганизации ресурсов различных типов для эффективной деятельности в конкретных ситуациях).

Д.Г. Ващенко и А.В. Андриенко отмечают, что процесс оценивания уровня сформированности компетенций заключается в оценке особенностей проявления компетентности личности, сформированности основных компонентов компетентности, сборе оценочной информации относительно сформированности компетентности для планирования и обеспечения качества обучения и развития кадров [2, с. 6].

Цель статьи. Цель исследования заключается в выделении уровней сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы.

Изложение основного материала.

Для определения уровня сформированности профессиональных компетенций необходимо выделить ее структурные компоненты, критерии и показатели измерения.

В соответствии с аспектами системного, синергетического, личностного, деятельностного, компетентностного подходов и на основе анализа имеющихся научно-педагогических трудов по проблеме исследования выделены следующие компоненты структуры профессиональной компетенции студентов вуза: ценностный, организационно-мотивационный, знаниевый, операционно-деятельностный, индивидуально-психологический, социальный, оценочно-рефлексивный, коррекционный [5, с. 101].

Согласно данной структуре, на основе результатов теоретической и экспериментальной работы разработана система критериев оценки сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы:

- сформированность мотивационно-ценностного отношения к получению профессионального образования;
- способность к применению профессиональных знаний и умений в трудовой деятельности;
- способность к оценочно-рефлексивной и коррекционной деятельности [5, с. 101].

Данные критерии выступают в исследовании основными параметрами при выявлении уровня сформированности профессиональных компетенций обучающихся, который рассматривается как количественная характеристика.

Основываясь на анализе научно-педагогических трудов по проблеме исследования, а также предложенных А.А. Бобровым, Л.Н. Трубиной, А.В. Усовой трех уровнях усвоения знаний, нами выделены следующие уровни сформированности профессиональных компетенций студентов: низкий (репродуктивный), средний (эвристический), высокий (творческий).

Общепринятым является тот факт, что овладение каким-либо умением до соответствующего уровня предполагает свободное оперирование знаниями и умениями, определяющими предшествующий уровень.

Низкий уровень (репродуктивный) указывает на недостаточное стремление к волевому напряжению при достижении целей профессионально-творческой деятельности, наличие поверхностных и фрагментарных знаний в профессиональной области, неготовность к их использованию в различных ситуациях.

Рассмотрим критерии и показатели, свойственные данному уровню.

Критерий сформированности мотивационно-ценностного отношения к получению профессионального образования: недостаточная осмысленность личностного профессионального саморазвития, слабая установка на получение профессионального образования и практически значимого результата, личностный рост, отсутствие профессионального такта и выдержки.

Критерий способности к применению профессиональных знаний и умений в трудовой деятельности: ситуативное стремление к позитивным действиям в области профессионального взаимодействия, отсутствие способности анализировать профессиональные ситуации, низкий уровень профессиональных знаний, приобретенных в образовательном процессе и при самообучении, а также знаний способов их получения и применения в профессиональной деятельности, неумение принимать решения, выбирать программу действий.

Критерий способности к оценочно-рефлексивной и коррекционной деятельности: отсутствие потребности к самореализации в профессиональной деятельности, низкая степень самооценки, неумение саморефлексировать, корректировать и обогащать профессиональную деятельность, отсутствие внутренней готовности к выполнению стратегических задач, способности к объективному самоанализу.

Средний уровень указывает на наличие эмпирически ситуативного интереса к познанию особенностей профессиональной деятельности, неполное владение информацией в различных профессиональных аспектах, непрочные навыки и умения профессиональной деятельности.

Рассмотрим критерии и показатели, свойственные данному уровню.

Критерий сформированности мотивационно-ценностного отношения к получению профессионального образования: устойчивое проявление толерантности, положительное отношение к взаимодействию с субъектами профессиональной сферы, отсутствие необходимой сконцентрированности при достижении целей, достаточная установка на получение профессионального образования и практически значимого результата, личностный рост, наличие умения выстраивать индивидуальную образовательную траекторию обучения.

Критерий способности к применению профессиональных знаний и умений в трудовой деятельности: достаточный уровень профессиональных знаний, приобретенных в образовательном процессе и при самообучении, а также знаний способов их получения и применения в профессиональной деятельности, обладание фрагментарными навыками культуры толерантного взаимодействия с субъектами профессиональной деятельности, аспектное оценивание профессиональных ситуаций.

Критерий способности к оценочно-рефлексивной и коррекционной деятельности: фрагментарное стремление к профессиональному самосовершенствованию, достаточная степень самооценки, стремление к коррекции и обогащению профессиональной деятельности, удовлетворенность собственной деятельностью.

Высокий уровень указывает на осознание ценности и значимости профессиональных умений и навыков для трудовой деятельности, наличие системных и целостных знаний в профессиональной области, стремление к профессиональному творчеству.

Рассмотрим критерии, свойственные данному уровню.

Критерий сформированности мотивационно-ценностного отношения к получению профессионального образования: наличие приверженности моральным принципам, нормам и правилам поведения с учетом особенностей профессиональной деятельности и конкретной ситуации, ответственность за ее результаты, осмысленность личностного профессионального саморазвития, высокая установка на получение профессионального образования и практически значимого результата, личностный рост, стремление к волевому напряжению при достижении целей профессионально-творческой деятельности.

Критерий способности к применению профессиональных знаний и умений в трудовой деятельности: наличие глубоких и осознанных знаний, стабильных и прочных умений в профессиональной сфере, высокий уровень толерантности, устойчивый интерес к познанию, стремление к профессиональному взаимодействию, наличие профессионального такта и выдержки, адекватное оценивание профессиональных ситуаций, отстаивание собственных точек зрения, отсутствие затруднений в профессиональной коммуникации, наличие умения принимать решения, выбирать программу действий.

Критерий способности к оценочно-рефлексивной и коррекционной деятельности: устойчивое стремление к профессиональной самореализации, приобретению профессиональных знаний, самосовершенствованию и самообразованию, наличие у студентов представлений о нормах профессиональной деятельности и ее развитии, высокий уровень осознания выбора стратегии и тактики индивидуальной профессиональной подготовки.

Выводы. Выделенные уровни сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы определяются через оценку результатов деятельности и личностного отношения к ней обучающихся. Они необходимы для выявления наиболее эффективных методик их формирования (экспертной оценки, субъективного шкалирования самооценки и др.), позволяют выбрать формы (беседа, интервью, коллоквиум и др.) и средства диагностики (тесты: уровневый, ситуационный; опросники и др.).

Квалифицированное применение оценочных средств для выявления уровней сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы зависит от выделенных ее структурных компонентов, критериев и показателей измерения.

Разработанный критериально-оценочный аппарат позволяет оптимизировать и индивидуализировать процесс обучения, что способствует повышению качественного уровня образования.

Список использованных источников

1. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалиста. – М.: Высшая школа, 1989. – 149 с.
2. Ващенко Д.Г., Андриенко А.В. Изучение уровня сформированности профессиональных компетенций молодого специалиста // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2009. – № 9. – С. 5-10.
3. Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Фишман И.С. Оценка уровня сформированности ключевых профессиональных компетентностей выпускников УНПО: подходы и процедуры // Вопросы образования. – 2008. - № 2. – С. 161-184.
4. Пахаренко Н.В., Зольникова И.Н. Модель определения уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7502 (дата обращения: 01.04.2016).
5. Рихтер Т.В. Выделение структуры профессиональной компетенции студентов вуза // Общество: социология, психология, педагогика. – 2015. – № 6. – С. 99-101.
6. Симонов В.П. Педагогический менеджмент: 50 НОУ-ХАУ в области управления образовательным процессом. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и доп. – М., 1997. – 264 с.
7. Торп С., Клиффорд Дж. Коучинг: руководство для тренера и менеджера. – СПб: Питер, 2004. – С. 26-27.
8. Bllom B.S. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain. N.Y., 1956.
9. De Block, A. Taxonomie van Leerdoeleu. Amsterdam: Standart Wetenschappelijke Uitgererij, 1975.
10. Gilford J.P. The Nature of Human Intelligence. N.Y.: David MeKey Co, 1967.

Анотація. Ріхтер Т.В. Рівні сформованості професійних компетенцій студентів вищої школи.

Мета дослідження полягає у виділенні рівнів сформованості професійних компетенцій студентів вищої школи: низький (репродуктивний), середній (евристичний), високий (творчий). Розглянуто критерії, властиві кожному з рівнів: сформованість мотиваційно-ціннісного ставлення до отримання професійної освіти, здатність до застосування професійних знань і вмінь у трудовій діяльності, здатність до оціночно-рефлекивной і корекційної діяльності. Виділені рівні сформованості пізнавальних компетенцій студентів вищої школи необхідні для виявлення найбільш ефективних методик і технологій їх формування, дозволяють вибрати засоби і методи діагностики.

Ключові слова: *педагогіка, професійні компетенції, рівні, студент, вища школа.*

Аннотация. Рихтер Т.В. Уровни сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы.

Цель исследования заключается в выделении уровней сформированности профессиональных компетенций студентов высшей школы: низкого (репродуктивного), среднего (эвристического), высокого (творческого). Рассмотрены критерии, свойственные каждому из уровней: сформированность мотивационно-ценностного отношения к получению профессионального образования, способность к применению профессиональных знаний и умений в трудовой деятельности, способность к оценочно-рефлексивной и коррекционной деятельности. Выделенные уровни сформированности познавательных компетенций студентов высшей школы необходимы для выявления наиболее эффективных методик и технологий их формирования, позволяют выбрать средства и методы диагностики.

Ключевые слова: *педагогика, профессиональные компетенции, уровни, студент, высшая школа.*

Abstract. Richter T. Levels of formation professional competences of students of the higher school

The research objective consists in allocation of levels of formation of professional competences of students of the higher school: low (reproductive), average (heuristic), high (creative). The criteria peculiar to each of levels are considered: formation of the motivational and valuable relation to vocational training, ability to application of professional knowledge and abilities in work, ability to an estimated reflekivnoy and correctional activity. The allocated levels of formation of informative competences of students of the higher school are necessary for identification of the most effective techniques and technologies of their formation, allow to choose means and methods of diagnostics.

Keywords: *pedagogics, professional competences, levels, student, the higher school.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Роенко О.Ю. Оценка вероятности образования отрицательных ионов водорода в поверхностно – плазменном методе генерации с помощью уравнения Рассера // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 103-107.

Royenko O. Estimating the probability of the formation of negative hydrogen ions in the surface - a plasma method using Rasser equation // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 103-107.

УДК 537.563.7

О.Ю. Роенко
Институт прикладной физики ИПФ НАН Украины, Украина

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ВОДОРОДА В ПОВЕРХНОСТНО – ПЛАЗМЕННОМ МЕТОДЕ ГЕНЕРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ УРАВНЕНИЯ РАССЕРА

Введение

Для увеличения получаемого тока отрицательных ионов в источниках отрицательных ионов наряду с объемным методом генерации все чаще пытаются применять поверхностный метод. На текущий момент понимание данного метода состоит в том, что при взаимодействии атомов и молекул водорода в поверхностью с малой работой выхода, электроны, находящиеся в поверхностном слое металла могут туннелировать на адсорбированную на поверхности частицу и образовывать отрицательный ион. Многие исследователи сообщают[3,4] об удачном применении поверхностно – плазменного метода в своих экспериментах по увеличению плотности H- тока. Применение этого метода существенно увеличивает получаемую плотность тока отрицательных ионов, по некоторым результатам, до 4 раз[4], а также сильно способствует уменьшения извлекаемого вместе с ионным пучком электронного тока до соотношений I_e/I_i=10 и меньше.

В большинстве случаев применения поверхностно – плазменного метода для снижения работы выхода поверхности применялся цезий, который, при оптимальном слое его на поверхности, существенно уменьшает ее работу выхода. Например, работа выхода молибденовой поверхности равна $\varphi \approx 4{,}6$ эВ, при покрытии ее цезием снижается до значений $\varphi \approx 1{,}4 - 1{,}6$ эВ.Но, как известно, для многих применений источников отрицательных ионов, особенно в источниках для ускорителей частиц, использования цезия избегают, по причине того, что вместе с извлекаемым пучком отрицательных ионов в ускорительную камеру попадают пары цезия, нанося ущерб работе ускорителей и являясь существенным фактором возникновения пробоев.

Для оценки эффективности образования отрицательных ионов водорода на поверхности используется формула Рассера, дающая значение вероятности образования отрицательных ионов в зависимости от работы выхода поверхности. В этой работе был произведен подсчет вероятности образования отрицательных ионов в поверхностно – плазменном методе для различных значений работы выхода поверхности $\varphi = 1{,}4 - 3$ эВ и энергии образованных частиц, с целью анализа возможности применения альтернативных цезию материалов для уменьшения работы выхода поверхности для увеличения тока H^- ионного пучка.

1. Описание методов исследования

Оценка вероятности образования отрицательных ионов водорода в поверхностно – плазменном методе осуществляется с использованием уравнения Рассера[2]:

$$P = \frac{2}{\pi} exp\left[\frac{-\pi(\varphi - E_a)}{2av}\right] \qquad (1)$$

где φ – работа выхода поверхности, E_a – энергия сродства атома с электроном, a – константа экранирования атома водорода, v – скорость частиц, отлетающих от поверхности, на которой образуются отрицательные ионы.

Как показано в работах некоторых авторов[1], работа выхода электронов с поверхности металла φ при нанесении на нее материала с малой работой выхода, чаще всего цезия, изменяется нелинейно в зависимости от толщины нанесенного слоя, выраженного в моно слоях. Например, при покрытии молибденовой поверхности ($\varphi \approx 4{,}6$ эВ) шаром цезия ($\varphi = 1{,}8$ эВ), наименьшая работа выхода в значении $\varphi = 1{,}4$ эВ достигается при показаниях в 0,6 моно слоя. Для исследуемого нами водорода, мы используем известное табличное значение энергии сродства $E_a = 0{,}75$ эВ. Константа экранирования a варьируется у разных исследователей, в наших расчётах мы руководствовались типичным значением [5] $a = 2{,}6 * 10^{-5}$ эВ с/м.

Что касается величины скорости v отлета частиц от поверхности, находящейся в знаменателе экспоненты, то в наших расчетах величина этой скорости подсчитывалась из следующих соображений: на поверхности, где реализуется поверхностно – плазменный механизм адсорбируются налетающие на нее частицы водорода. Если этими частицами являются молекулы, то они с большой вероятностью диссоциируют на атомы, которые и составляют основной компонент адсорбированного слоя. Далее в работу включается поверхностно – плазменный механизм образования отрицательного иона – находясь на поверхности, атом может захватить в свою структуру дополнительный электрон с поверхности, образовав отрицательный ион. Но в состоянии, когда частица находиться на поверхности, нельзя точно говорить о том, является этот внешний электрон принадлежащим поверхности или же атому, потому что он постоянно «циркулирует» с поверхности на атом и наоборот. И в этом случае суть вероятности образования отрицательного иона на поверхности состоит в том, отойдет ли частица от поверхности металла в тот момент, когда этот дополнительный электрон будет в ее структуре, или же в поверхности. Если в момент времени ухода частицы с поверхности электрон будет в ее составе, то можно говорить об образовавшемся отрицательном ионе, извлеченном с поверхности, если нет – то отлетает атом. Именно эта скорость «отлета» от поверхности и учитывается в выражении Рассера. Для ее оценки можно применить 2 подхода: 1) отлетающие частицы приобретают скорость для ухода от поверхности благодаря высокой температуре поверхности; 2) кинетическую энергию для ухода с поверхности частица получает при соударении с другой налетающей на поверхность частицей. Первый случай можно рассматривать в случае, когда температура поверхности довольно высокая, в полторы – две тысячи градусов, тогда вероятность образования отрицательных ионов по формуле Рассера имеет более менее существенное значение.

В источнике отрицательных ионов, разрабатываемом в ИПФ НАН Украины г. Сумы температура поверхности, где будет реализовываться поверхностно – плазменный метод ожидается на уровне не больше нескольких сот градусов, поэтому в нашем случае указанный выше механизм десорбции не работает. Что касается «выбивания» частиц с поверхности под действием налетающего потока частиц, то в своих подсчетах мы рассматриваем идеализированную ситуацию, когда между налетающей частицей и адсорбированным на поверхности атомом происходит упругое столкновение, в результате которого энергия налетающей на поверхность частицы: протона H^+, молекулярных ионов H_2^+ и H_3^+ переходит к отлетающей от поверхности частице. Следовательно, в нашем случае, подсчет скорости отлетающей частицы сводится к подсчету скорости налетающей на поверхность частицы, которая зависит от силы ускоряющего поля вблизи поверхности.

В нашем случае в зависимости от выбора конструкции источника, реально воплотить такие варианты конструкции, в одном из которых эта температура налетающих частиц будет равна приблизительно $T = 300$ эВ, в другом варианте конструкции, благодаря созданию разности потенциала между анодом и плазмой $T = 10$ эВ. Именно эти значения и используются для оценки средней скорости частиц из выражения для средней скорости:

$$v = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} \qquad (2)$$

В расчетах оценивались вклады в вероятность образования отрицательных ионов потоков частиц H^+, H_2^+ и H_3^+. Нашей целью является теоретически оценить вероятность образования отрицательных ионов при использовании различных материалов, которые снизят значение работы выхода поверхности приблизительно до таких значений $\varphi = 2; 2{,}2; 2{,}4; 2{,}6; 2{,}8$ и 3 эВ и, соответственно, проверить целесообразность использования таких материалов в разрабатываемом источнике.

2. Описание и анализ результатов

Проведенная оценка вероятности образования отрицательных ионов водорода в поверхностно – плазменном методе генерации показала следующее. В случае вклада в образование отрицательных ионов из потока налетающих протоновH^+ получены результаты:

Таблица 1

Вероятность образования отрицательных ионов водорода с потока протонов H^+

	Вероятность, P	Вероятность, P
Работа выхода φ, эВ	При температуре $\mathrm{T} = 300$ эВ	При температуре $\mathrm{T} = 10$ эВ
1,4	0.55	0.29
2	0.48	0.14
2,2	0.46	0.11
2,4	0.44	0.09
2,6	0.42	0.07
2,8	0.4	0.05
3	0.38	0.04

Для потока молекулярных ионов H_2^+ вероятность образования отрицательных ионов следующая:

Таблица 2

Вероятность образования отрицательных ионов водорода с потока протонов H_2^+

	Вероятность, P	Вероятность, P
Работа выхода φ, эВ	При температуре $\mathrm{T} = 300$ эВ	При температуре $\mathrm{T} = 10$ эВ
1,4	0,52	0,21
2	0,43	0,07
2,2	0,4	0,05
2,4	0,38	0,04
2,6	0,36	0,026
2,8	0,34	0,02
3	0,31	0,012

И, наконец, для потока налетающих положительных молекулярных ионов H_3^+ получены такие результаты:

Таблица 3

Вероятность образования отрицательных ионов водорода с потока протонов H_3^+

	Вероятность, P	Вероятность, P
Работа выхода φ, эВ	При температуре $\mathrm{T} = 300$ эВ	При температуре $\mathrm{T} = 10$ эВ
1,4	0,5	0,16
2	0,4	0,047
2,2	0,37	0,031
2,4	0,34	0,019
2,6	0,32	0,013
2,8	0,3	0,009
3	0,28	0,006

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что вероятность образования отрицательных ионов водорода в поверхностно – плазменном методе принимает существенные значения при высоких энергиях участвующих в процессе частиц, с энергиями в несколько сот электронвольт, в нашем случае 300 эВ. При такой энергии значение вероятности образования отрицательного иона находится близко к 50%.

Выводы

В работе была произведена оценка вероятности генерации отрицательных ионов водорода в поверхностно – плазменном методе с помощью выражения Рассера. Полученные результаты находятся в хорошем соответствии с другими оценками[4] и ясно показывают, что вероятность образования отрицательных ионов существенно зависит от работы выходы поверхности и скорости налетающих частиц. Был проведен теоретический анализ вероятностей образования отрицательных ионов для таких возможных значений работ выхода поверхности: $\varphi = 1{,}4;\ 2;\ 2{,}2;\ 2{,}4;\ 2{,}6;\ 2{,}8$ и 3 эВ. Максимального значения вероятность Р достигает для $\varphi = 1{,}4$ и с увеличением работы выхода падает до значений меньше 1%. Вероятность также тем выше, чем больше скорость участвующих в поверхностно –

плазменном методе частиц. При больших скоростях налетающих на поверхность частиц, в нашем случае, средней скорости движения частицы с энергией $E = 300$ эВ, достигается наибольшая из произведенных оценок вероятность в 55%:

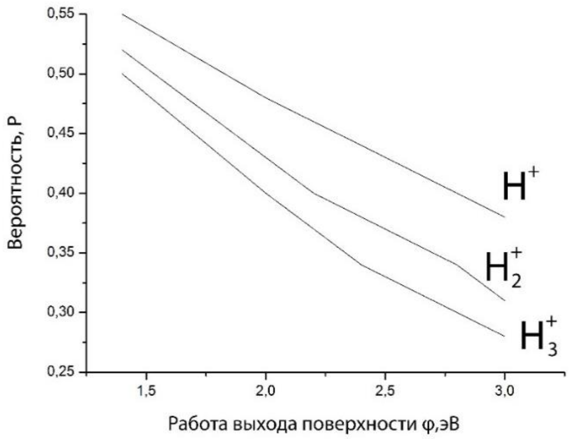


Рис. 1. Вклад в вероятность образования отрицательных ионов водорода потов частиц H^+, H_2^+, H_3^+ *при* $E = 300$ эВ

Для другого варианта реализации поверхностно – плазменного метода в источнике H- ионов с энергиями частиц в диапазоне 10 эВ, вероятность образования отрицательных ионов существенно уменьшается:

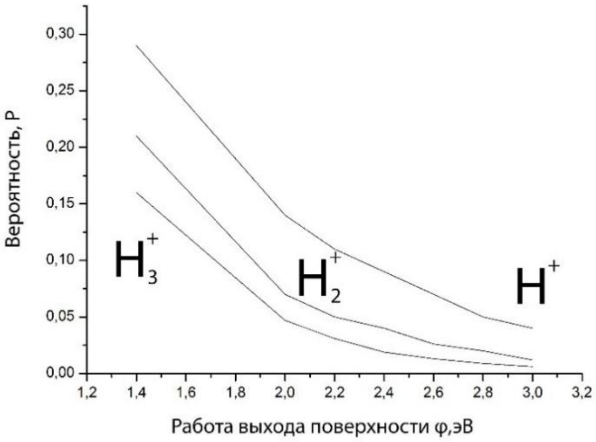


Рис. 2. Вклад в вероятность образования отрицательных ионов водорода потов частиц H^+, H_2^+, H_3^+ *при* $E = 10$ эВ

Список использованных источников

1. R. McAdams, E. Surrey – Surface Production of Negative Ions by Positive Ions and Atoms in the Electron Suppressor Region, AIP Conf. Proc. 1097, 89 (2009); doi: 10.1063/1.3112553
2. B Rasser et al., Surf.Sci. 118,697-710 (1982)
3. R F Welton et al. "Enhancing surface ionization and beam formation in volume type H- sources" in Proceedings of the European Particle Accelerator Conference Paris 2002
4. M.P. Stockli- Volume and Surface-Enhanced Volume Negative Ion Sources, Spallation Neutron Source, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37830, USA
5. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР: Пер. с англ. – М.; Мир, 1984. – 32 стр.

Анотація. Роєнко О.Ю. Оцінка вірогідності утворення негативних іонів водню в поверхнево – плазмовому методі генерації з допомогою виразу Рассера.

Для оцінки ймовірності утворення негативних іонів водню в джерелі негативних іонів з комбінованим методом отримання негативних іонів було проведено розрахунки за рівнянням Рассера для визначення ймовірності генерації негативних іонів водню в поверхнево плазмовому методі для різних значень роботи виходу поверхні. Підрахунки, в гарній відповідності до існуючої теорії про принцип *реалізації поверхнево - плазмового методу, показали експонентну залежність ймовірності утворення негативних іонів при зменшенні роботи виходу поверхні.*

Була проведена оцінка необхідних для використання в виразі Рассера параметрів з урахуванням допустимо можливих в джерелі негативних іонів, що розробляється в інститутi прикладної фізики ІПФ НАН України м Суми. Залежно від вибору конструктивних особливостей джерела, проведені підрахунки ймовірності утворення негативних іонів для двох варіантів реалізації поверхнево плазмового методу.

Ключові слова: *джерело негативних іонів, поверхнево - плазмовий метод, негативні іони, ймовірність утворення негативних іонів, робота виходу поверхні, рівняння Рассера.*

Аннотация. Роенко О.Ю. Оценка вероятности образования отрицательных ионов водорода в поверхностно – плазменном методе генерации с помощью уравнения Рассера.

Для оценки вероятности образования отрицательных ионов водорода в источнике отрицательных ионов с комбинированным методом получения отрицательных ионов было произведено расчеты по уравнению Рассера для определения вероятности генерации отрицательных ионов водорода в поверхностно плазменном методе для различных значений работы выхода поверхности. Подсчеты, в хорошем соответствии с существующей теорией о принципе осуществления поверхностно – плазменного метода, показали экспоненциальную зависимость вероятности образования отрицательных ионов при уменьшении работы выхода поверхности.

Была проведена оценка необходимых для использования в выражении Рассера параметров с учетом допустимо возможных в источнике отрицательных ионов, разрабатываемом в институте прикладной физики ИПФ НАН Украины г. Сумы. В зависимости от выбора конструктивных особенностей источника, проведены подсчеты вероятности образования отрицательных ионов для двух вариантов реализации поверхностно плазменного метода.

Ключевые слова*: источник отрицательных ионов, поверхностно – плазменный метод, отрицательные ионы, вероятность образования отрицательных ионов, работа выхода поверхности, уравнение Рассера.*

Abstract. Royenko O. Estimating the probability of the formation of negative hydrogen ions in the surface - a plasma method using Rasser equation.

To assess the probability of the formation of negative hydrogen ions in the negative ion source with a combined method of producing negative ions produced calculations by Rasser equation for determining likelihood of generating negative hydrogen ions in the surface ionization method for different values of the work function of the surface. The calculations, in good agreement with the existing theory about the implementation of the principle of surface - plasma method, showed an exponential dependence of the probability of negative ions with a decrease in work output surface.

Was assessed necessary for use in the expression Rasser parameters taking into account permissible possible to the source of negative ions being developed at the Institute of Applied Physics, Institute of Applied Physics of the NAS of Ukraine, Sumy. Depending on the choice of the design features of the source, carried out calculations of the probability of the formation of negative ions to the two embodiments of the surface of the plasma method.

Keywords: *negative ion source, surface - plasma method, negative ions, the probability of generation negative ions, the work function of surface, the Rasser equation.*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Семеніхіна О.В., Шамоня В.Г. Впровадження моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань: мотиваційний критерій // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 109-118.

Semenikhina O.V., Shamonya V.G. Implementation of the model of professional readiness formation of the future teachers of mathematics to use computer visualization of mathematical knowledge: motivational criterion // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 109-118.

О.В. Семеніхіна, В.Г. Шамоня
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАНЬ: МОТИВАЦІЙНИЙ КРИТЕРІЙ

Сучасні інформаційні потоки сприяють формуванню нових способів сприйняття і оперування даними. Сьогодні основою розуміння понять є не стільки лінійні текстові форми, скільки цілі смислові образи, які формуються в тому числі за допомогою якісного візуального представлення інформаційного контенту. З огляду на це вчителю варто звертати увагу на технології візуалізації навчального матеріалу.

Навчання математики як правило базується на використанні задачного матеріалу, який є засобом навчання. Математичні завдання завжди супроводжуються побудовою моделі, яка візуально не тільки характеризує вихідні дані, але і підтримує пошук розв'язків, часто є ключем до знаходження методу. І якщо раніше такі побудови виконувалися на папері (дошці), то з появою спеціалізованих інформаційних засобів такі побудови перейшли на якісно новий рівень: статичні малюнки поступилися місцем динамічним моделям, які сьогодні можна побудувати в програмах динамічної математики - програмні засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань, які передбачають динамічне оперування різними математичними, в тому числі геометричними, об'єктами і можливість інтерактивного отримання інформації про їх властивості. Поява таких програм зумовила нові науково-методичні дослідження, пов'язані не лише з візуалізацією математичного матеріалу, а і пошуком моделей формування відповідних умінь вчителями математики.

Наші наукові пошуки торкаються питань впровадження моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань (ЗКВМЗ). Таке дослідження передбачало педагогічний експеримент, який проходив за участю 564 студентів, що навчалися у вищих педагогічних навчальних закладах міст: Суми, Харків, Миколаїв, Умань.

Відповідно до завдань педагогічного експерименту із студентів цих вищих навчальних закладів було сформовано три експериментальні (ЕГ-1, ЕГ-2, ЕГ-3) і одну контрольну групу (КГ), які складалися із 146, 142, 135, 141 студентів відповідно.

Особливості підготовки вчителів математики щодо формування готовності використовувати ЗКВМЗ у цих групах полягали у наступному.

Студенти контрольної групи (КГ) навчалися за звичайною технологією без змін у навчальних планах і робочих програмах професійно орієнтованих дисциплін.

Студентам групи ЕГ-3 крім усталених форм і методів навчання пропонувалася участь у науково-методичних семінарах з використання ЗКВМЗ, а викладачам дисциплін математичного спрямування були запропоновані для використання на лекціях і практичних та семінарських заняттях електронні освітні матеріали, які були розроблені у різних ЗКВМЗ для якісної візуальної підтримки математичних понять та пришвидшення розрахунків.

Для групи ЕГ-2 були надані авторські навчально-методичні матеріали, пов'язані з використанням ЗКВМЗ у навчанні шкільної математики. Їх використання передбачалося при вивченні дисциплін, які пов'язані з використанням ЗКВМЗ у професійній діяльності – це «Методика навчання математики» (окремі модулі навчальних дисциплін) та спецкурси з вивчення шляхів використання інформаційних технологій в навчанні математики. Також пропонувалося більше тем курсових проектів та індивідуальних робіт, пов'язаних із залученням ЗКВМЗ у навчальний процес.

Студенти групи ЕГ-1 навчалися з урахуванням організаційно-педагогічної моделі формування професійної готовності до використання ЗКВМЗ майбутніми вчителями математики. На перших курсах під час навчання математичних дисциплін активно використовувалися електронні навчальні матеріали, розроблені у різних ЗКВМЗ, студенти залучалися до роботи науково-методичних семінарів, тематика яких була пов'язана з використанням інформаційних технологій в навчанні математики. На третьому-четвертому курсах підготовки студенти активно вели наукові пошуки у проблемних групах, результати цієї роботи представляли на науково-методичних конференціях, збільшилася частка курсових проектів, пов'язана з використанням ЗКВМЗ, їх результати крім офіційних захистів проходили апробацію під час звітних студентських наукових конференцій. При вивченні методики навчання математики активно пропонувалися індивідуальні роботи, пов'язані із особливостями залучення ЗКВМЗ у навчання шкільної математики. Випробовувався авторський спецкурс «Застосування комп'ютера в навчанні математики», де використовувалась навчально-методична підтримка, розроблена під час наукового дослідження.

Обрані методики оцінки мотиваційного критерія сформованості структурних компонентів готовності наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Методики оцінки для мотиваційного критерію

Критерії сформованості	Показники і їх шифр		Методики оцінки критеріїв сформованості
Мотиваційний	Мотивація	М2	Дослідження мотивації професійного навчання студентів за В.Г. Каташевим Анкетування і аналіз середніх за критерієм Стьюдента
	Інтерес до ЗКВМЗ та їх використання, що ототожнювалося з бажанням і відчуттям готовності використати ЗКВМЗ	М1	Анкетування та аналіз середніх за критерієм Стьюдента Статистичний критерій Макнамари

Опишемо більш докладно обрані методики і особливості їх статистичної оцінки.

1. Мотиваційний критерій сформованості готовності майбутніх вчителів математики до використання ПДМ.

Для оцінки рівня мотивації нами використана методика дослідження мотивації професійного навчання студентів, яка запропонована В.Г. Каташевим. Детальний опис методики можна знайти в [1].

На основі відповідей анкети (табл. 2) робиться висновок про рівень мотивації студентів до майбутньої професійної діяльності (табл. 3).

Таблиця 2

Анкета для визначення оцінки рівня мотивації професійного навчання за В.Г. Каташевим

№з/п	Питання анкети	Відповіді
1 питання. Що спонукало Вас обрати цю професію?		
1	Боюся залишитися в майбутньому без роботи	1 2 3 4 5
2	Прагну знайти себе в цьому профілі	1 2 3 4 5
3	Тут цікаво вчитися	1 2 3 4 5
4	Вчу, оскільки всі вимагають	1 2 3 4 5
5	Вчу, оскільки більшість предметів необхідна для обраної професії	1 2 3 4 5
6	Вважаю, що необхідно вивчати усі предмети	1 2 3 4 5
2 питання. Як Ви пояснюєте своє ставлення до роботи на заняттях?		
7	Активно працюю, коли відчуваю, що пора звітуватися	1 2 3 4 5
8	Активно працюю, коли розумію матеріал	1 2 3 4 5
9	Активно працюю, тому що подобається вчитися	1 2 3 4 5

№з/п	Питання анкети	Відповіді
3 питання. Як Ви пояснюєте своє відношення до вивчення профільних предметів?		
10	Якщо було б можливо, то пропускав би непотрібні мені заняття	1 2 3 4 5
11	Вивчати потрібно тільки те, що є необхідним для професії	1 2 3 4 5
12	Вивчати потрібно усе, оскільки хочеться пізнати якомога більше, і це цікаво	1 2 3 4 5
4 питання. Яка робота на заняттях тобі найбільше подобається?		
13	Слухати лекції викладача	1 2 3 4 5
14	Слухати виступи студентів	1 2 3 4 5
15	Самому аналізувати, міркувати, прагнути вирішити проблему	1 2 3 4 5
5 питання. Як ти відносишся до спеціальних предметів?		
16	Вони важко піддаються розумінню	1 2 3 4 5
17	Їх вивчення необхідне для освоєння професії	1 2 3 4 5
18	Спеціальні предмети роблять процес навчання цілеспрямованим і цікавим	1 2 3 4 5
6. Тепер про все!		
19	Чи часто буває на занятті так, що нічого не хочеться робити?	1 2 3 4 5
20	Якщо на початку заняття ти був активним, то чи залишаєшся ти таким до кінця?	1 2 3 4 5
21	Зіткнувшись труднощами при розумінні нового матеріалу, чи прикладеш ти зусилля, щоб зрозуміти його до кінця?	1 2 3 4 5
22	Чи вважаєш ти, що важкий матеріал краще б не вивчати?	1 2 3 4 5
23	Чи вважаєш ти, що в твоїй майбутній професії багато що з того, що вивчається, не стане в нагоді?	1 2 3 4 5
24	Чи вважаєш ти, що треба мати глибокі знання зі спеціальних дисциплін, а з решти – по можливості?	1 2 3 4 5
25	Якщо ти відчуваєш, що у тебе щось не виходить, то пропадає бажання вчитися?	1 2 3 4 5
26	Як ти вважаєш: головне - отримати результат, не важливо, якими засобами?	1 2 3 4 5
27	Чи користуєшся при вивченні нового матеріалу додатковими книгами, довідниками?	1 2 3 4 5
28	Чи важко ти втягуєшся в роботу і чи потрібні тобі які-небудь поштовхи?	1 2 3 4 5
29	Чи буває так, що в університеті вчитися цікаво, а удома не хочеться?	1 2 3 4 5
30	Якщо ти не вирішив важку задачу, а можна піти в кіно або погуляти, то чи продовжиш ти розв'язувати задачу?	1 2 3 4 5
31	При виконанні домашнього завдання ти сподіваєшся на чиюсь допомогу і не проти списати у товаришів?	1 2 3 4 5
32	Чи любиш ти розв'язувати типові за зразком?	1 2 3 4 5
33	Чи подобаються тобі завдання, при вирішенні яких необхідно висувати гіпотези, обґрунтовувати їх теоретично?	1 2 3 4 5

Відповіді на запитання оцінюються за 5-більною шкалою: 1 бал – впевнене «НІ», 2 бали – більше «НІ», ніж «ТАК», 3 бали – не певен, що знаю, 4 бали – більше «ТАК», ніж «НІ», 5 балів – впевнене «ТАК». Потім потрібно підрахувати бали по горизонталі.

Таблиця 3

Правило підрахунку результатів

Номери запитань											**Сума балів**	**Максимум**
1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41		
2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42		
3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43		
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44		

Вертикальна нумерація шкал першого стовпця позначає не тільки номери питань, а й рівень мотивації. Кожна шкала у відповідності до рівня мотивації, може набрати від 11 до 55 балів. Кількість балів кожної шкали характеризує ставлення студента до різних видів навчальної діяльності, тому кожну шкалу потрібно аналізувати окремо.

Позиція, яка містить найбільшу кількість балів, буде визначати рівень мотивації навчання. Якщо набрана однакова кількість балів за різними шкалами, то перевага надається більш високому рівню мотивації. При цьому варто пам'ятати, що високим рівням мотивації (3-4 рівні) відповідають 33 бали і більше.

Активний рівень сформованості мотивації майбутнього вчителя математики до використання ПДМ відображає сума балів від 45 до 55; *усвідомлений рівень* – 34-44 балів, *елементарний рівень* – 23-33 бали, *пасивний рівень* – 11-22 бали.

Другим показником мотиваційного критерію нами визначені відчуття бажання і готовності використовувати ПДМ у професійній діяльності, про які нами зазначено детально у роботі [2].

Наведемо результати контрольних зрізів, які були нами зафіксовані на початку і наприкінці педагогічного експерименту.

У таблиці 4 подані абсолютні та відносні результати показника М1 для різних рівнів сформованості готовності, які додатково візуалізовано на рис. 1.

Таблиця 4

Динаміка рівнів сформованості готовності за мотиваційним критерієм. Показник М1

Показник М1	Групи	**ЕГ-1**	**ЕГ-2**	**ЕГ-3**	**КГ**
Рівні	**Загалом**	**146**	**142**	**135**	**141**
Пасивний рівень	до (студ.)	61	55	54	59
	до (%)	41,78%	38,73%	38,03%	41,55%
	після (студ.)	27	36	31	44
	після (%)	18,49%	25,35%	21,83%	30,99%
	різниця (%)	**-23,29%**	**-13,38%**	**-16,20%**	**-10,56%**
Елементарний рівень	до (студ.)	41	38	38	38
	до (%)	28,08%	26,76%	28,15%	26,95%
	після (студ.)	35	43	41	39
	після (%)	23,97%	30,28%	30,37%	27,66%
	різниця (%)	**-4,11%**	**3,52%**	**2,22%**	**0,71%**
Усвідомлений рівень	до (студ.)	36	38	36	35
	до (%)	24,66%	26,76%	26,67%	24,82%
	після (студ.)	53	45	43	43
	після (%)	36,30%	31,69%	31,85%	30,50%
	різниця (%)	**11,64%**	**4,93%**	**5,19%**	**5,67%**
Активний рівень	до (студ.)	8	11	7	9
	до (%)	5,48%	7,75%	5,19%	6,38%
	після (студ.)	31	18	20	15
	після (%)	21,23%	12,68%	14,81%	10,64%
	різниця (%)	**15,75%**	**4,93%**	**9,63%**	**4,26%**

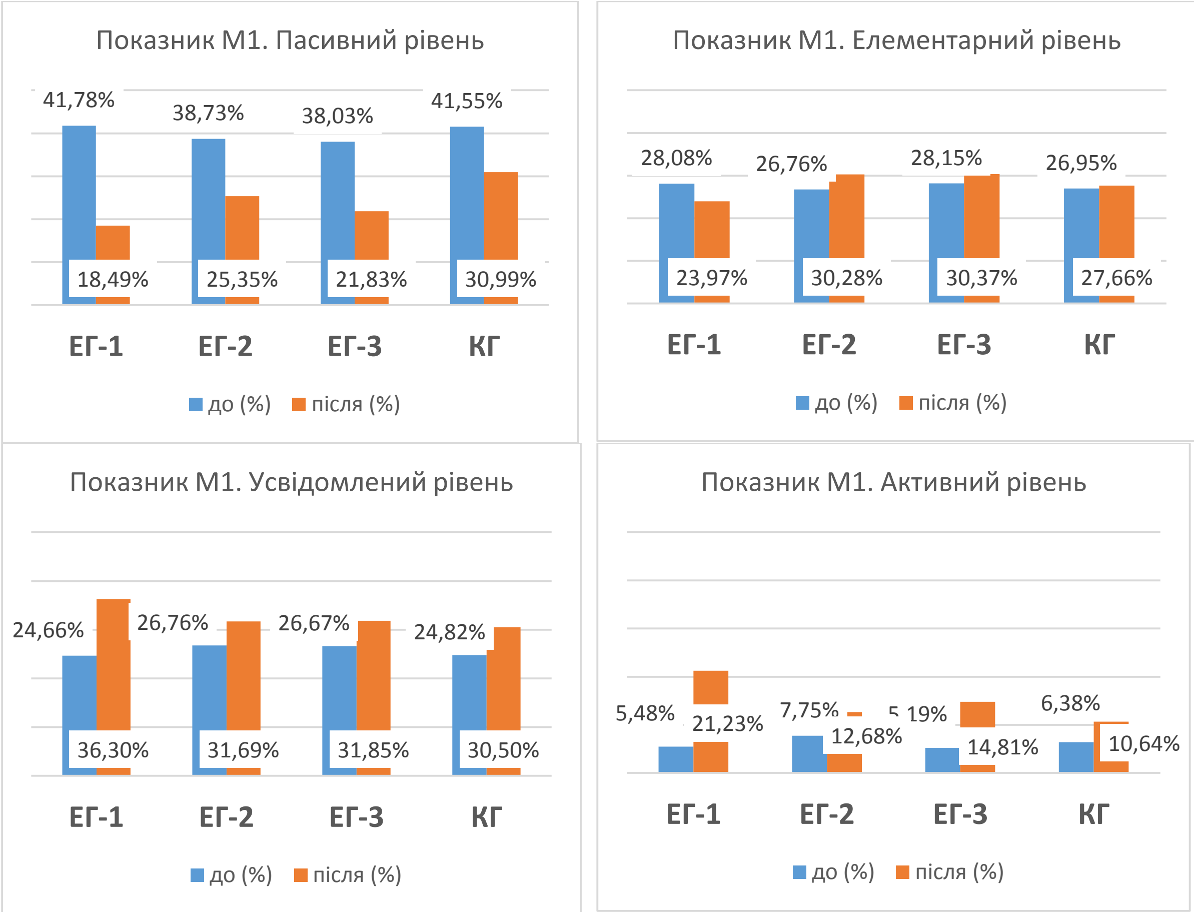


Рис. 1. Розподіл рівнів готовності за показником М1:«Інтерес до ПДМ»

По завершенні педагогічного експерименту спостерігалася наступна динаміка рівнів (рис. 2).

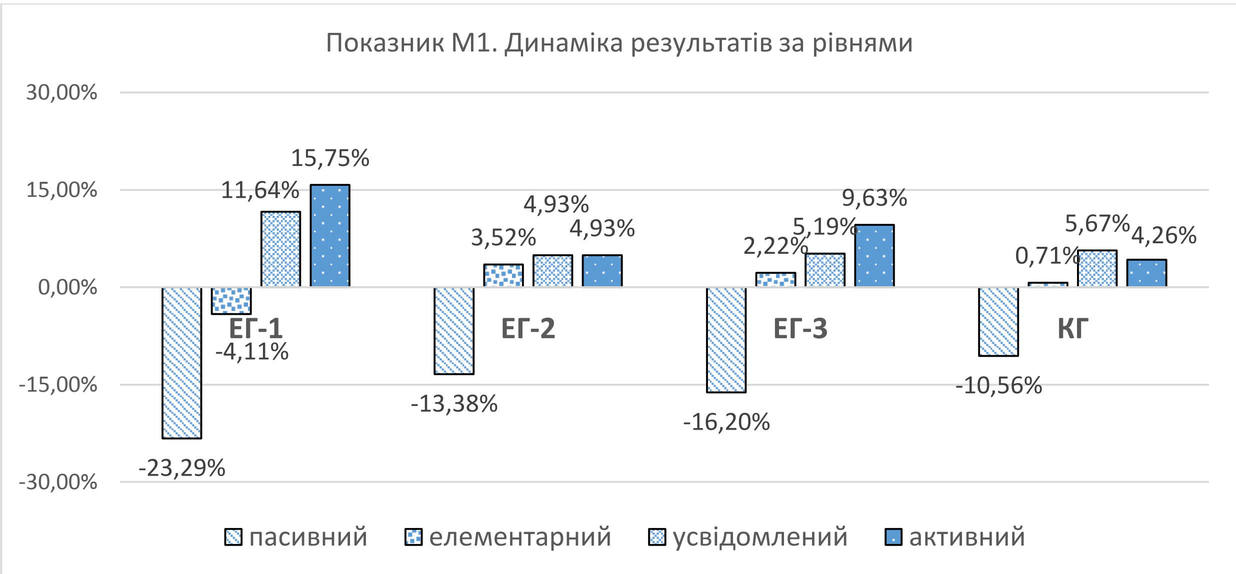


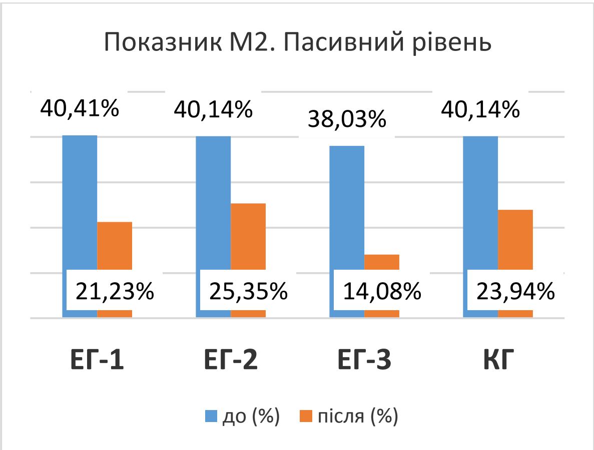
Рис. 2. Динаміка змін рівнів готовності за показником М1: «Інтерес до ПДМ»

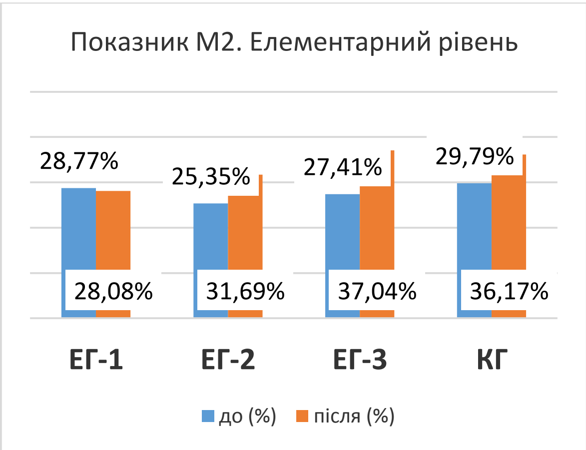
Розподіл студентів за показником М2 представлено у табл. 5 та візуалізовано на рис. 3.

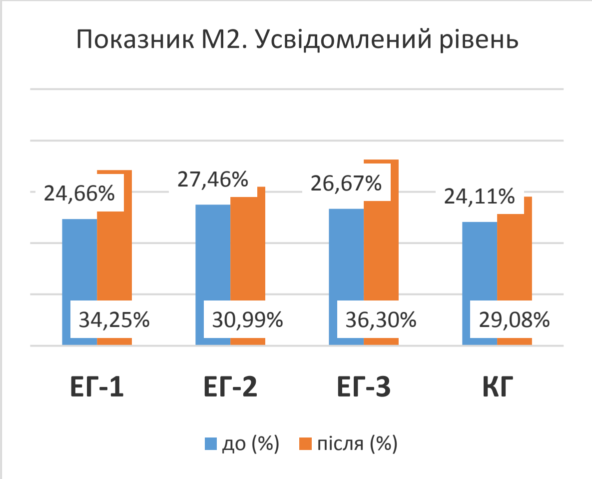
Таблиця 5

Динаміка рівнів сформованості готовності за мотиваційним критерієм. Показник М2

Показник М2	Групи	**ЕГ-1**	**ЕГ-2**	**ЕГ-3**	**КГ**
Рівні	**Загалом**	**146**	**142**	**135**	**141**
Пасивний рівень	до (студ.)	59	57	54	57
	до (%)	40,41%	40,14%	38,03%	40,14%
	після (студ.)	31	36	20	34
	після (%)	21,23%	25,35%	14,08%	23,94%
	різниця (%)	**-19,18%**	**-14,79%**	**-23,94%**	**-16,20%**
Елементарний рівень	до (студ.)	42	36	37	42
	до (%)	28,77%	25,35%	27,41%	29,79%
	після (студ.)	41	45	50	51
	після (%)	28,08%	31,69%	37,04%	36,17%
	різниця (%)	**-0,68%**	**6,34%**	**9,63%**	**6,38%**
Усвідомлений рівень	до (студ.)	36	39	36	34
	до (%)	24,66%	27,46%	26,67%	24,11%
	після (студ.)	50	44	49	41
	після (%)	34,25%	30,99%	36,30%	29,08%
	різниця (%)	**9,59%**	**3,52%**	**9,63%**	**4,96%**
Активний рівень	до (студ.)	9	10	8	8
	до (%)	6,16%	7,04%	5,93%	5,67%
	після (студ.)	24	17	16	15
	після (%)	16,44%	11,97%	11,85%	10,64%
	різниця (%)	**10,27%**	**4,93%**	**5,93%**	**4,96%**







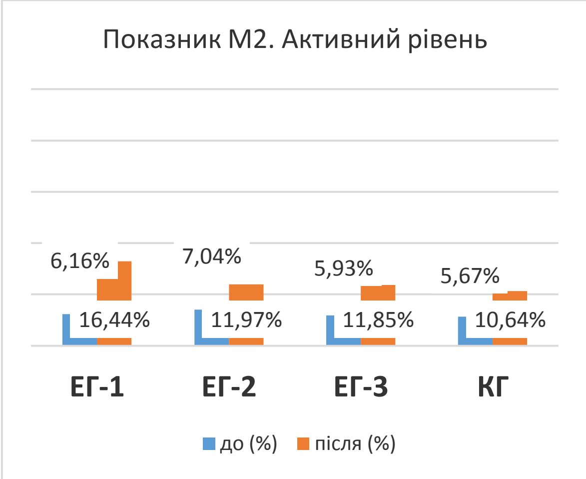


Рис. 3. Розподіл рівнів готовності за показником М2:«Сформованість бажання і відчуття готовності використовувати ПДМ»

По завершенні педагогічного експерименту спостерігалася наступна динаміка рівнів (рис. 4).

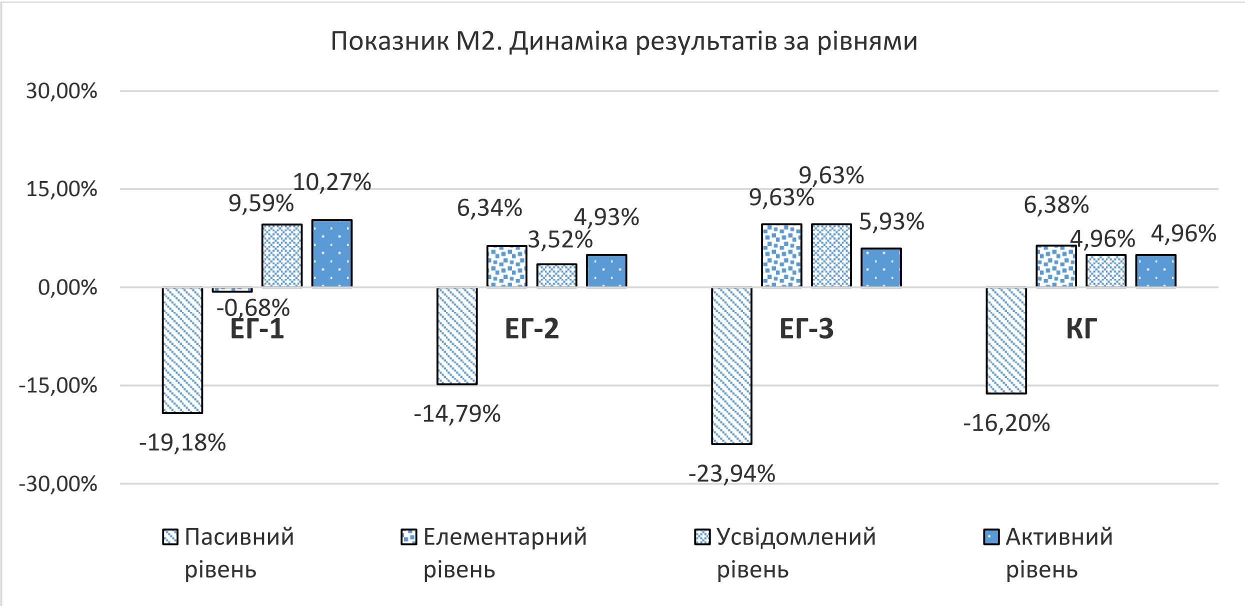


Рис. 4. Динаміка змін рівнів готовності за показником М2: «Сформованість бажання і відчуття готовності використовувати ПДМ»

Порівняльний аналіз рівнів сформованості професійної готовності майбутніх вчителів математики за показниками М1 і М2 мотиваційного критерію на початку та в кінці педагогічного експерименту свідчить про позитивні зміни, які відбулися як у експериментальній групі, так і в контрольній після завершення педагогічного експерименту.

Статистичний аналіз одержаних результатів для показників М1: «Інтерес до ПДМ» і М2: «Сформованість бажання і відчуття готовності використовувати ПДМ» по оцінці середніх здійснювався на основі критерія Стьюдента на рівні значущості 0,05, розрахунки за яким передбачені у двовибірковому t-тесті для середніх з різними дисперсіями табличного процесора MS Excel (надбудова «Пакет аналізу», вкладка *Данные / Анализ даних / Двухвыборочный t-тест для средних с различными дисперсиями*) (табл. 6-9).

Нульова гіпотеза H_0 була подібна для кожної пари груп і полягала у рівності середніх ($M_{ЕГ} – M_{КГ} = 0$), тоді як альтернативна H_a – середні по вибіркам не співпадають ($M_{ЕГ} – M_{КГ} \neq 0$).

Таблиця 6

Оцінка середніх для показника М1 мотиваційного критерію по групам ЕГ-1 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-1 до*	*КГ до*		*ЕГ-1 після*	*КГ після*
Середнє	27,113014	27,088652		33,633562	28,851064
t-статистика (експериментальне)	0,0196712			2,6904384	
t критиче двостороннє	1,9683225			1,9683521	

Такий аналіз для показника М1 груп ЕГ-1 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{статистичне} = 0,0196712 < t_{критичне} = 1,9683225$) і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 33,633562 у ЕГ-1 проти 28,851064 у КГ, оскільки

$t_{статистичне} = 2,6904384 > t_{критичне} = 1,9683225$).

Таблиця 7

Оцінка середніх для показника М1 мотиваційного критерію по групам ЕГ-2 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-2 до*	*КГ до*		*ЕГ-2 після*	*КГ після*
Середнє	28,193662	27,088652		31,359155	28,851064
t-статистика (експериментальне)	0,8660521			0,9445054	
t критиче двостороннє	1,9684724			1,968442	

Такий аналіз для показника М1 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-2 і КГ на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{статистичне} = 0,8660521 < t_{критичне} = 1,9683225$) і $t_{статистичне} = 0,9445054 < t_{критичне} = 1,9683225$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника М1 по рівнях у групах ЕГ-2 і КГ статистично однаковими.

Таблиця 8

Оцінка середніх для показника М1 мотиваційного критерію по групам ЕГ-3 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-3 до*	*КГ до*		*ЕГ-3 після*	*КГ після*
Середнє	27,47407407	27,08865248		32,12222222	28,85106383
t-статистика (експериментальне)	0,305642111			2,454857061	
t критиче двостороннє	1,96869156			1,96869156	

Такий аналіз для показника М1 груп ЕГ-3 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{статистичне} = 0,305642111 < t_{критичне} = 1,9683225$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 32,12222222 у ЕГ-3 проти 28,85106383 у КГ, оскільки

$t_{статистичне} = 2,454857061 > t_{критичне} = 1,9683225$).

Таблиця 9

Оцінка середніх для показника М1 мотиваційного критерію по групам ЕГ-1 і ЕГ-3

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-1 до*	*ЕГ-3 до*		*ЕГ-1 після*	*ЕГ-3 після*
Середнє	27,113014	27,474074		33,633562	32,122222
t-статистика (експериментальне)	-0,286782			1,1435028	
t критиче двостороннє	1,968565			1,9685963	

Такий аналіз для показника М1 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-1 і ЕГ-3 на початку експерименту та наприкінці, оскільки
$t_{статистичне} = -0,286782 < t_{критичне} = 1,9683225$) і $t_{статистичне} = 1,1435028 < t_{критичне} = 1,9683225$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника М1 по рівнях у групах ЕГ-1 і ЕГ-3 статистично однаковими.

Опишемо результати аналізу середніх за показником М2 мотиваційного критерію (табл. 10-13).

Таблиця 10

Оцінка середніх для показника М2 мотиваційного критерію по групам ЕГ-1 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-1 до*	*КГ до*		*ЕГ-1 після*	*КГ після*
Середнє	0,9657534	1,070922		1,4589041	1,2056738
t-статистика (експериментальне)	-0,903804			2,2262331	
t критиче двостороннє	1,9684118			1,9683521	

Такий аналіз для показника М2 груп ЕГ-1 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці:

нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки $t_{статистичне} = -0{,}903804 < t_{критичне} = 1{,}9684118$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 1,4589041 у ЕГ-1 проти 1,2056738 у КГ, оскільки

$t_{статистичне} = 2{,}2262331 > t_{критичне} = 1{,}9683521$).

Таблиця 11

Оцінка середніх для показника М2 мотиваційного критерію по групам ЕГ-2 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-2 до*	*КГ до*		*ЕГ-2 після*	*КГ після*
Середнє	1,0140845	1,070922		1,2957746	1,2056738
t-статистика (експериментальне)	-0,477789			0,7963374	
t критиче двостороннє	1,9684724			1,9684724	

Такий аналіз для показника М2 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-2 і КГ на початку експерименту та наприкінці, оскільки $t_{статистичне} = -0{,}477789 < t_{критичне} = 1{,}9684724$) і $t_{статистичне} = 0{,}7963374 < t_{критичне} = 1{,}9684724$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника М2 по рівнях у групах ЕГ-2 і КГ статистично однаковими.

Таблиця 12

Оцінка середніх для показника М2 мотиваційного критерію по групам ЕГ-3 і КГ

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-3 до*	*КГ до*		*ЕГ-3 після*	*КГ після*
Середнє	0,9925926	1,070922		1,4518519	1,2056738
t-статистика (експериментальне)	-0,655718			2,2606433	
t критиче двостороннє	1,9686596			1,9686596	

Такий аналіз для показника М2 груп ЕГ-3 і КГ на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок на початку експерименту і їх розбіжність (статистичну відмінність) наприкінці: нульова гіпотеза про рівність середніх приймається на початку (оскільки
$t_{статистичне} = -0{,}655718 < t_{критичне} = 1{,}9686596$), і відхиляється на користь альтернативної наприкінці, де є істотною розбіжність результатів по середнім 1,4518519 у ЕГ-3 проти 1,2056738 у КГ, оскільки

$t_{статистичне} = 2{,}2606433 > t_{критичне} = 1{,}9686596$).

Таблиця 13

Оцінка середніх для показника М2 мотиваційного критерію по групам ЕГ-1 і ЕГ-3

Двовибірковий t-тест з різними дисперсіями	*ЕГ-1 до*	*ЕГ-3 до*		*ЕГ-1 після*	*ЕГ-3 після*
Середнє	0,9657534	0,9925926		1,4589041	1,4518519
t-статистика (експериментальне)	-0,23459			0,0624877	
t критиче двостороннє	1,9685963			1,9685339	

Такий аналіз для показника М2 на рівні значущості 0,05 підтверджує подібність (однорідність) вибірок груп ЕГ-1 і ЕГ-3 на початку експерименту та наприкінці, оскільки

$t_{статистичне} = -0{,}23459 < t_{критичне} = 1{,}9685963$) і $t_{статистичне} = 0{,}0624877 < t_{критичне} = 1{,}9685339$) відповідно.

Іншими словами, розбіжності у середніх не суттєві, а тому вважаємо відмінності показника М2 по рівнях у групах ЕГ-1 і ЕГ-3 статистично однаковими.

Описані результати підтверджують ефективність обраної стратегії формування готовності за мотиваційним критерієм. У групах ЕГ-1 і ЕГ-3 по відношенню до КГ статистично збільшилися показники М1 і М2 середніх за мотиваційним критерієм: показник М1 – на 6,2 для ЕГ-1, на 4,6 для ЕГ-3, на 1,8 для КГ;

показник М2 – на 0,5 для ЕГ-1, на 0,3 для ЕГ-2, на 0,5 для ЕГ-3, на 0,1 для КГ. Ці ж показники середніх для груп ЕГ-2 і КГ залишилися статистично однаковими (показник М1 збільшився на 2,2 для ЕГ-2, на 1,8 для КГ; показник М2 – на 0,3 для ЕГ-2, на 0,1 для КГ). Оскільки у групах ЕГ-1 і ЕГ-3 одночасно пропонувалися: участь у науково-методичних семінарах з використання ПДМ, авторські електронні освітні матеріали, які були розроблені у різних ПДМ для якісної візуальної підтримки математичних понять та пришвидшення розрахунків, і при цьому вони не пропонувалися у групі ЕГ-2, вважаємо їх тим підґрунтям, яке забезпечує підвищення мотивації до використання ЗКВМЗ майбутніми вчителями математики.

Список використаних джерел

1. Отчеты о научно-исследовательской работе / Електронний ресурс. – Режим доступу: http://old.kpfu.ru/infres/nikolaev/2002/gl2_2_1.htm
2. Olena Semenikhina, Marina Drushlyak. On the Results of a Study of the Willingness and the Readiness to Use Dynamic Mathematics Software by Future Math Teachers 21-34 // Proceedings of the 11th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2015). – Lviv, Ukraine, May 14-16, 2015. – [електронний ресурс] – Режим доступу: http://ceur-ws.org/Vol-1356/

Анотація. Семеніхіна О.В., Шамоня В.Г. Впровадження моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань: мотиваційний критерій.

У статті наведено результати педагогічного експерименту, пов'язаного з впровадженням моделі формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань. Описано методики визначення рівнів готовності за мотиваційним критерієм. Наведено методики розрахунку результатів за одержаними даними та її візуалізовані моделі. Проведено якісний аналіз одержаних результатів з позитивним висновком про ефективність авторської моделі.

Ключові слова: *візуалізація знань, модель формування готовності, критерії сформованості готовності, мотиваційний критерій, статистичний аналіз моделі.*

Аннотация. Семенихина Е.В., Шамоня В.Г. Внедрение модели формирования профессиональной готовности будущих учителей математики к использованию средств компьютерной визуализации математических знаний: мотивационный критерий.

В статье приведены результаты педагогического эксперимента, связанного с внедрением модели формирования профессиональной готовности будущих учителей математики к использованию средств компьютерной визуализации математических знаний. Описаны методики определения уровней готовности по мотивационному критерию. Охарактеризованы методики расчета результатов по полученным данным и их визуализация посредством диаграмм. Проведен качественный анализ полученных результатов с позитивным выводом об эффективности авторской модели.

Ключевые слова: *визуализация знаний, модель формирования готовности, критерии сформированности готовности, мотивационный критерий, статистический анализ модели.*

Abstract. Semenikhina O.V., Shamonya V.G. Implementation of the model of professional readiness formation of the future teachers of mathematics to use computer visualization of mathematical knowledge: motivational criterion.

Article shows the results of pedagogical experiment which is related to the implementation of the model of professional readiness formation of the future teachers of mathematics to use computer visualization of mathematical knowledge. The techniques of determination of the levels of preparedness by the motivational criterion are described. The method of calculating results by obtained data and visualized models are stated. Qualitative analysis of the results gives a positive conclusion of the effectiveness of the author's model.

Keywords: *knowledge visualization, model of the readiness formation, readiness criteria, motivational criterion, model's statistical analysis*

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Семерня О.М. Дієвість як методична компетентність майбутнього вчителя фізики // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2016. – Випуск 2(8). – С. 119-123.

Semernia O.M. Effectiveness as methodical competence of the future teacher of physics // Physics and Mathematics Education : scientific journal. – 2016. – Issue 2(8). – P. 119-123.

УДК 373.5.16:53

О.М. Семерня
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Україна

ДІЄВІСТЬ ЯК МЕТОДИЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

Постановка проблеми. В оновленні змісту освіти відіграє значну роль створення інноваційної моделі навчання і виховання молоді в напрямку західноєвропейської інтеграції. У вітчизняній педагогіці таке питання є актуальним для вирішення з декількох причин [2]: по-перше, молодій країні вкрай необхідно поновлювати особистісні ресурси конкурентоспроможних фахівців у різних галузях; по-друге, входження у західноєвропейський союз вимагає розширення меж мислення сучасного покоління в ракурсах існуючих зразків навчання і виховання Західної Європи; по-третє, особливе й неординарне мислення особистості завжди має пріоритетний статус; по-четверте, уміння використовувати набуті знання у професійній діяльності формують висококваліфікованих фахівців, що визначає майбутнє України в Західній Європі. На основі таких аналітичних роздумів констатуємо актуальні питання теорії та методики навчання і виховання індивідів у вищий школі.

В основі вимірювання результативності навчання студентів (майбутніх учителів фізики) лежать тактичні і стратегічні характеристики: дієвість та ефективність, відповідно.

Актуальною проблемою формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики є проблема розроблення і впровадження вимірників результативного навчання погляду тактичної характеристики – дієвості. З критичного аналізу літературних джерел констатуємо той факт, що дієвість виступає вимірником результату діяльності. Результат навчальної діяльності майбутнього вчителя фізики —не лише компетентнісні здобутки студента, це інтегральна сформованість фахівця: соціальна, інтелектуальна, професійна, компетентнісна, духовна, матеріальна.

Аналіз основних досліджень. Питаннями підготовки майбутніх учителів займались і займаються А. М. Алексюк, Ю. К. Бабанський, М. І. Бурда, С. С. Вітвицька, С. У. Гончаренко, І. А. Зязюн, О. І. Ляшенко, Н. Г. Ничкало, О. М. Пєхота, І. П. Підласий, С. В. Сисоєва, Л. О. Хомич, Г. І. Щукіна та ін.

Удосконалення змісту і якості фізичної освіти займались і займаються ряд учених-дослідників: П. С. Атаманчук, Л. Ю. Благодаренко, С. П. Величко, В. Ф. Заболотний, О. І. Іваніцький, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, Ю. М. Орищин, А. І. Павленко, Т. М. Попова, В. Ф. Савченко, М. І. Садовий, В. Д. Сиротюк, В. П. Сергієнко, Н. Л. Сосницька, Б. А. Сусь, В. Д. Шарко, М. І. Шут та ін [6].

Аналіз основних досліджень учених показав, що існує нагальна потреба в умінні застосовувати професійні знання в сферу діяльності [1; 2]. Це означає, що набуті в студентів знання, не достатньо мати формально, а й необхідно цілеспрямовано діяти з ними на досягнення професійної мети: навчити, виховати, розвинути учня. Саме тому, ми говоримо про дієвість як методичну компетентність вчителя.

Мета статті – описати дієвість як методичну компетентність вчителя фізики, і показати взаємозалежність вимірників якості результативного і діяльнісного навчання майбутнього вчителя фізики.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо рис. 1 на якому зображено дієвість в аспекті академічної дисципліни «Методика навчання фізики» (МНФ). Знаємо [1; 3], що особливістю практичних занять як форми навчальної діяльності майбутнього фахівця виступає застосування знань у дії, які первинно здобуті на лекціях, у процесі самостійної роботи, виконання індивідуально-дослідних завдань (рис. 2.). Але й не варто забувати про міждисциплінарний зв’язок. На практичних заняттях майбутній фахівець постійно і систематично звертається до отриманих знань з ряду інших дисциплін, як-от оці: шкільний курс фізики, дидактика, психологія, безпека життєдіяльності та інші. Цей діяльністний підхід формує у майбутнього вчителя фізики дієвість (а не формальність) у застосуванні професійних знань на практиці.

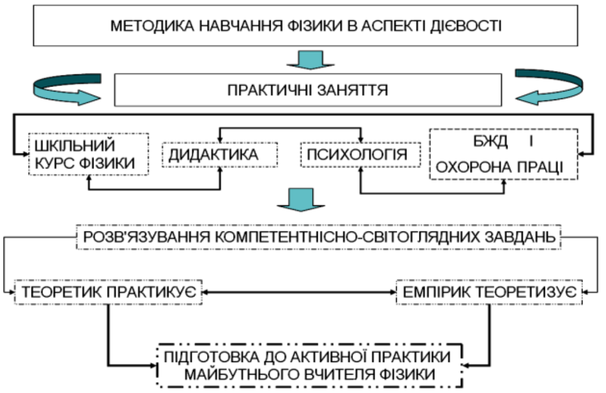


Рис. 1. Дієвість у МНФ

Рис. 2. Дієвість як методична компетентність майбутнього вчителя фізики

Таким чином, ми провокуємо студентів виявляти творчу активність на практичних заняттях. Дієвість практичних занять з МНФ підкріплюється високою якістю засвоєних знань і активним залученням до наукової діяльності через участь у наукових конференціях, виступах із доповідями, розробленням комп’ютерних програм з шкільної фізики, презентацій наукових доповідей, ефективним проходженням активної педагогічної практики – формуванням методичної компетентності вчителя фізики [1; 3; 6].

На рис. 3. схематично подана взаємозалежність вимірників якості навчання майбутнього вчителя фізики з метою класифікувати вимірники результативного і діяльнісного навчання.

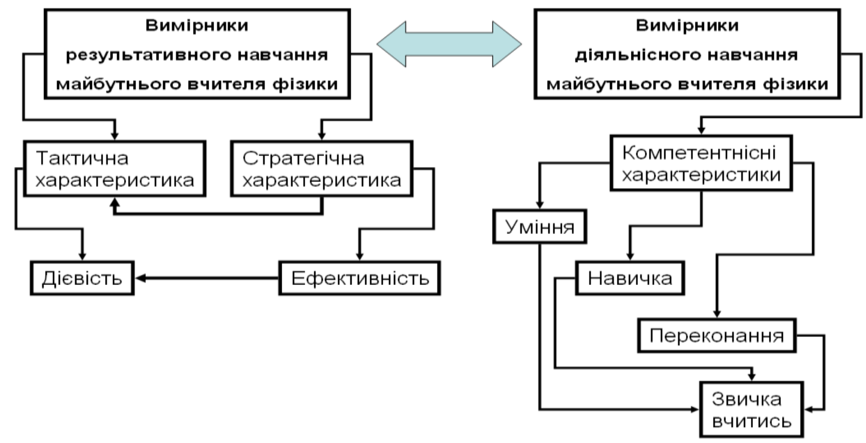


Рис. 3. Взаємозалежність вимірників якості навчання майбутнього вчителя фізики

Дослідження цієї проблеми показало, що цілісну картину формування методичної компетентності студентів з методики навчання фізики забезпечують різносторонні, інтеграційні, системні підходи впливу на навчальну діяльність здобувача освіти.

Основні недоліки реалізації і впровадження компетентнісного підходу в українську освіту складають: уточнення основних категорій компетентнісного підходу, засади їх логічного підпорядкування, співвідношення рівнів та обсягів ключових, галузевих, предметних компетенцій, їх подання в нормативних документах. Ми встановили, що прояв компетентнісного підходу в українській освіті — це явище розвивального характеру, яке потребує подальшого вивчення, що визначає орієнтир на чітке виявлення дій у професійних знаннях фахівця, вчителя фізики зокрема, і отже, існує необхідність створити нову модель результативно-діяльнісної освіти [3].

Індивідуальні особливості людини показують залежність від її особливостей (досвіду, знань, потреб, інтересів, установок, спрямованості), тому критерієм істинності в навчальному процесі здобувача освіти є практична діяльність: індивідуальні особливості сприймання, які надають особистості активного характеру.

Загалом, реалізовуємо цю проблему через упровадження основ менеджменту освіти. Саме таке результативне і діяльнісне навчання майбутнього вчителя фізики доводить той факт, що компетенції, виявлені в діях суб’єкта, визначають якість підготовки фахівця, міру його компетентності.

Класифікаційні ознаки компетентності фахівця оцінюються в шкалах —— якісних і кількісних характеристиках оцінювальної навчальної діяльності студентів [3; 7]. Якісний вимір оцінювання характеризується показниками нормативних вимірників компетентності фахівця; кількісні характеристики компетентності майбутнього фахівця описуються шкалою оцінювання балами. Бінарний підхід в оцінюванні ознак компетентності майбутнього вчителя фізики формує дієвість та ефективність навчання з профільних дисциплін фахівця, методики навчання фізики зокрема.

Так, зміцнення взаємозв’язку теорії з практикою у формуванні методичної компетентності майбутнього фахівця з методики навчання фізики відбувається через управлінські впливи, які мотивують студентів зовнішньою психологічною установкою, навіюванням ставлення і залученням до дії, згодом, впливи трансформуються у внутрішні мотиви до діяльності, яка орієнтована на здобування нових якостей знань та їхнього вияву в діях.

Тактичною характеристикою вимірювання результативної навчальної діяльності студентів з методики навчання фізики є дієвість; для вимірювання діяльнісного навчання студентів педагогічного спрямування покладені компетентнісні якості особистості майбутнього фахівця на вищому рівні їх виявлення: уміння, навичка, переконання, звичка вчитись [1; 6].

Фактично, актуальною проблемою формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики є проблема розроблення і впровадження вимірників результативного навчання з погляду тактичної характеристики – дієвості (вимірник результату діяльності) .

Висновок. Синтезували тезу про те, що результат навчальної діяльності майбутнього вчителя фізики — не лише компетентнісні здобутки студента, це інтегральна сформованість фахівця: соціальна, інтелектуальна, професійна, компетентнісна, духовна, матеріальна.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики через самоосвіту.

Список використаних джерел

1. Атаманчук П. С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики»(загальні питання): навчально-методичний посібник / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня, Т.П.Поведа //Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2010. – Т. 391.
2. Виступ Першого заступника Голови Комітету з питань науки і освіти Олександра Співаковського під час засідання Погоджувальної ради керівників фракцій та голів комітетів ВРади України 18 квітня 2016 року. [Електроний ресурс]. – Режим доступа: http://kno.rada.gov.ua/komosviti/control/uk/ publish/article;jsessionid=5F5622F0B7EC7EEBD51F3330A32DE74F?art_id=68603&cat_id=44731
3. Семерня О. М. Основи методології дієвого навчання майбутніх учителів фізики : монографія / О.М.Семерня. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – 376 с.
4. Семерня О. М. Компетентнісний підхід : методична компетентність майбутнього вчителя фізики / О.М. Семерня // Фізико - математична освіта. Науковий журнал. - 2015. - Вип. 3 (6). - 93 с. Physics and Mathematics Education. Scientific Journal. - 2015. - Issue 3 (6). - [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2015-v3-6/2015_3-6-Semernia_Scientific_journal_FMO.pdf
5. Семерня О.М. Формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики в аспекті проведення практичних занять з дисципліни «Методика навчання фізики» / О.М. Семерня // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [Редкол.: П.С.Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. - Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип.21: Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – 356 с. – С. 138-141.
6. Методическая компетентность будущего учителя физики как показатель действенности дидактической модели обучения: " Methodical competence of future teachers of physics as an indicator of effectivness of learning didactic model". Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the

results of the XCVII International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Psychology and Educational sciences (London, October 08 October 14, 2015) / International Academy of Science and Higher Education; Organizing Committee: / [P Atamanchyk, V Atamanchyk, R Bilyk, A Nikolaev, M Rozdobudko, O Semernia, T. Morgan (Chairman), B. Zhytnigor, S. Godvint, A. Tim, S. Serdechny, L.Streiker, H. Osad, I. Snellman, K. Odros, M. Stojkovic, P. Kishinevsky, H. Blagoev]. – London: IASHE, 2015. – 150 p. – P. 31-34.

7. Семерня О.М. Формування методичних компетентностей майбутніх учителів на різних кваліфікаційних рівнях обізнаності з методики навчання фізики / О. М. Семерня // Физико-математическое образование. – 2016. – №1 (7). – URL: http://cyberleninka.ru/article/n/formuvannya-metodichnih-kompetentnostey-maybutnih-uchiteliv-na-riznih-kvalifikatsiynih-rivnyah-obiznanosti-z-metodiki-navchannya

Анотація. Семерня О.М. Дієвість як методична компетентність майбутнього вчителя фізики.

У статті ставиться завдання описати дієвість як методичну компетентність вчителя фізики, і показати взаємозалежність вимірників якості результативного і діяльнісного навчання майбутнього вчителя фізики. Стаття присвячена ілюстрації компетентністного підходу і описанню дієвості як методичної компетентності вчителя фізики. В результаті аналізу автор уперше доводить, що існують якісні ознаки професійної підготовки майбутнього вчителя фізики. Проведено аналіз наукової проблеми теперішнього стану національної освіти, як такої, що потребує дієвого (а не формального) застосування професійних знань на практиці, у будь-якій сфері діяльності особистості, особливо в Україні. Стаття присвячена дослідженню формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики через дієвість. Особлива увага приділяється термінам дієвість, методична компетентність, якісні вимірники результативного і діяльнісного навчання майбутнього вчителя фізики з методики навчання фізики. Основний зміст дослідження полягає в активному залученні студентів до професійної діяльності та виявленні в дії педагогічних знань у процесі вивчення методики навчання фізики. Оригінальний авторський погляд буде цікавий фахівцям в області теорії та методики навчання (фізика), педагогіки, психології, професійній освіті.

***Ключові слова**: методика навчання фізики, дієвість, методичні компетентності, вчитель фізики, формування методичної компетентності майбутнього вчителя фізики, якісні вимірники.*

Аннотация. Семерня О.Н. Действенность как методическая компетентность будущего учителя физики.

В статье ставится задача описать действенность как методическую компетентность учителя физики, и показать взаимозависимость измерителей качества результативного и деятельностного обучения будущего учителя физики. Статья посвящена иллюстрации компетентностного подхода и описанию действенности как методической компетентности учителя физики. В результате анализа автор впервые доказывает, что существуют качественные признаки профессиональной подготовки будущего учителя физики. Проведен анализ научной проблемы нынешнего состояния национального образования, как такового, в результате чего, необходимо действенное (а не формальное) применение профессиональных знаний на практике, в любой сфере деятельности личности. Статья посвящена исследованию формирования методической компетентности будущего учителя физики посредствами действенности. Особое внимание уделяется содержанию терминов: действенность, методическая компетентность, качественные измерители результативного и деятельностного обучения будущего учителя физики по методике преподавания физике. Основные положения исследования заключаются в активном привлечении студентов к профессиональной деятельности и выявлении в действии педагогических знаний в процессе изучения методики преподавания физике. Оригинальный авторский взгляд будет интересен специалистам в области теории и методики обучения (физика), педагогики, психологии, профессиональном образовании.

***Ключевые слова:** методика преподавания физике, действенность, методические компетентности, учитель физики, формирование методической компетентности будущего учителя физики, качественные измерители.*

Abstract. Semernia O.M. Effectiveness as methodical competence of the future teacher of physics.

The article seeks to describe the Efficacy of Methodical Competence as a Teacher of Physics and show the interdependence of measuring the quality of activity and effective training of Future Teachers of Physics. The article is devoted illustrations Competency Approach and description of Effectiveness as Methodical Competence *of the Teacher of Physics. An analysis of first author argues that there are signs of quality training by The Future Teachers of Physics. The analysis of the scientific problems of the current state of national education, as such, requires effective (not formal) application of professional knowledge in practice in any field of activity of the individual, especially in Ukraine. The article investigates the formation of Methodical Competence of Future Teachers of Physics through Efficiency. Special attention giving terms of Efficiency, Competency Methodical, Efficient and Qualitative Parameters of activity of training Future Teachers of Physics teaching Methods of Physics. The main content of the study is the active involvement of students to the profession and detection in action pedagogical knowledge in the study of Methods of Teaching Physics. The original author's opinion will be of interest to experts in the theory and methods of teaching (physics), education, psychology, professional education.*

Keywords: *Methods of Teaching Physics, Effectiveness, Methodological Competence, Physics Teacher, Formation of Methodical Competence of Future Teachers of Physics, Qualitative Parameters.*

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

ВИПУСК 2(8)

Друкується в авторській редакції
Матеріали подані мовою оригіналу

Відповідальний за випуск
О.В. Семеніхіна

Комп'ютерна верстка
О.М. Удовиченко

Фізико-математичний факультет
СумДПУ імені А.С. Макаренка
вул. Роменська, 87
м. Суми, 40002
тел. (0542) 68 59 10

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/