Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка

# ЗБІРНИК
# МАТЕРІАЛІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТУДЕНТІВ ТА МАГІСТРАНТІВ КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
## імені Івана Огієнка

**Фізико-математичні науки**
**Випуск 13**

Кам'янець-Подільський
2016

УДК 378(477ю43):51+53(082)
ББК 74.58+22

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації:
Серія КВ № 14705- 3676 ПР від 12. 12. 2008 р.

*Друкується згідно з ухвалою вченої ради Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол № 7 від 25 травня 2016 р.).*

Збірник матеріалів наукових досліджень студентів та магістрантів Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – Випуск 13. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – 195 с.

ЗМІСТ

УДК 511.331

**Адамчук Н.Ю.,** студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кріль С.О.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

# ЗАСТОСУВАННЯ ФОРМУЛИ ЕЙЛЕРА-МАКЛОРЕНА В ТЕОРІЇ ДЗЕТА-ФУНКЦІЇ РІМАНА

*У цьому документі основну увагу буде приділено застосування формули Ейлера-Маклорена в теорії дзета-функції Рімана та відшукання нетривіальних нулів. Спочатку у статті дається історична довідка, а потім більш детально розглядається метод підсумовування Ейлера-Маклорена для оцінки гармонійного ряду дзета-функції Рімана.*

***Ключові слова:*** *формула Ейлера-Маклорена, дзета-функція Рімана, точки Грама, перший пропущений член.*

Перша істотна цифрова інформація про корені $\rho$ дзета-функції отримана Грамом. Він в 1903 році опублікував список з 15 коренів на прямій $Re\, s = \frac{1}{2}$. Грам обрахував перші 10 цих коренів приблизно до 6 знаків після коми, а решту 5 з точністю до 1 знаку. Зокрема, значення, які він дав мали вигляд $\rho = \frac{1}{2} + \alpha_i$, де

| | | |
|---|---|---|
| $\alpha_1 = 14{,}134\,725,$ | $\alpha_6 = 37{,}586\,176,$ | $\alpha_{11} = 52{,}8,$ |
| $\alpha_2 = 21{,}022\,040,$ | $\alpha_7 = 40{,}918\,720,$ | $\alpha_{12} = 56{,}4,$ |
| $\alpha_3 = 25{,}010\,856,$ | $\alpha_8 = 43{,}327\,073,$ | $\alpha_{13} = 59{,}4,$ |
| $\alpha_4 = 30{,}424\,878,$ | $\alpha_9 = 48{,}005\,150,$ | $\alpha_{14} = 61{,}0,$ |
| $\alpha_5 = 32{,}935\,057,$ | $\alpha_{10} = 49{,}773\,832,$ | $\alpha_{15} = 65{,}0.$ |

Наступні розрахунки підтвердили, що ці значення вірні, за винятком, як констатував Грам, незначних помилок, що фігурують в шостій, останній цифрі після коми. (Більш точні обрахунки були пізніше отримані Хайзергрувом) Грам також був в змозі довести, що цей список включає всі корені $\rho$ у діапазоні $0 \le Im\, s \le 50$ і тим самим довести, що гіпотеза Рімана вірна у цьому діапазоні.

Основою розрахунків Грама був простий метод підсумовування Елера-Маклорена, який дав змогу чисельно оцінити обидві функції $\zeta$ та факторіал функції $\Pi$ $(\Pi(s) = (s+1)\,\Gamma(s))$, і, отже, оцінити $\xi(s) = \Pi\left(\frac{1}{2}s\right)\pi^{-s/2}(s-1)\zeta(s)$.

Підсумовування Ейлера-Маклорена це метод чисельної оцінки суми, який був розроблений на початку вісімнадцятого століття. Поштовхом до таких досліджень були дослідження Бернуллі в узагальненні формули $\sum_{n=1}^{N} n = N(N+1)/2$ знайти аналогічну формулу для $\sum_{n=1}^{N} n^k$, яка присутня у

«Числах Бернуллі». Форми цього методу були використані Стірлінгом і Де Муавром ще в 1730 році, але остаточного обгрунтування методу разом з доведенням не було приблизно до 1740 року, коли цей метод був опублікований Ейлером, і незалежно від нього Маклореном. Ейлер в його добре відомій книзі обчислення включив приклади використання підсумовування Ейлера-Маклорена для обчислення $\zeta(s)$ при $s$ = 2, 3, … ,15, 16 і для обчислення $\Pi(s)$ для великих $s$ (ряд Стірлінга), тому розрахунки Грама є продовженням міркувань, започаткованим Ейлером.

Робота Грама була продовжена Беклундом в приблизно 1912-1915 роках. Основний внесок Беклунда був метод обчислень, при певних значеннях $T$, числа коренів на проміжку $0 \le Im\, s \le T$. Цей метод дозволив йому довести, що оцінка Рімана числа коренів на $0 \le Im\, s \le T$ при великих $T$ була правильною, і факт, який Мангольдт вже довів у 1905 році методом, який був більш складним.

Близько десяти років пізніше гіпотеза Рімана була перевірена для $T$ = 300 Хатчінсоном, який вніс деякі вдосконалення методів Грама і Беклунда. Стосовно розподілу коренів на прямій $Re\, s = \frac{1}{2}$. Загалом кажучи, розрахунки Грама, Беклунда і Хатчінсона істотно зробили внесок щодо правдоподібності гіпотези Рімана, але вони не дали ніякого розуміння питання про те, чому це може бути правдою або питання про те, що привело Рімана до висловлення такої гіпотези.

Метод підсумовування Ейлера-Маклорена стосовно гармонійного ряду $\zeta(s)=\sum_{n=1}^{\infty} n^{-s}$ $(Re\, s \ge 1)$ не ефективним методом оцінки $\zeta(s)$ оскільки відповідні залишкові члени не є достатньо малими. [Це у випадку $N = 1$ формули (1) нижче.] Однак, якщо формулу Ейлера-Маклорена натомість застосовувати до ряду $\sum_{n=N}^{\infty} n^{-s}$, то вона дає цілком дієві засоби чисельного наближення суми цього ряду і, отже, оскільки члени суми $\sum_{n=1}^{N-1} n^{-s}$ можуть бути обчислені безпосередньо, то це є реальні засоби оцінки $\zeta(s)$. Очевидно, якщо $Re\, s > 1$, тоді

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^{-s} - \sum_{n=1}^{N-1} n^{-s} = \sum_{n=N}^{\infty} n^{-s},$$

$$\zeta(s) - \sum_{n=1}^{N-1} n^{-s} = \int_N^{\infty} x^{-s} dx + \frac{1}{2} N^{-s} + \int_N^{\infty} \bar{B}_1(x)(-s)x^{-s-1} dx$$

$$(1) \qquad \zeta(s) = \sum_{n=1}^{N-1} n^{-s} + \frac{N^{1-s}}{s-1} + \frac{1}{2}N^{-s} + \frac{B_2}{2} sN^{-s-1} + \cdots$$
$$+ \frac{B_{2v}}{(2v)!} s(s+1) \dots (s+2v-2)N^{-s-2v+1} + R_{2v},$$

де

$$R_{2v} = -\frac{s(s+1) \dots (s+2v)}{(2v+1)!} \int_N^{\infty} \bar{B}_{2v+1}(x)\, x^{-s-2v-1} dx$$

Якщо $N$ як завгодно велика, кажуть, що $N$ такого самого порядку як $|s|$, тоді члени ряду (1) досить швидко спадають спочатку і природньо очікувати що залишок $R_{2v}$ буде досить малим. Такий же метод, з допомогою якого Стільтьєс оцінив залишок в ряді Стірлінга може бути застосований для оцінки залишку $R_{2v}$ вище. Це дає

$$|R_{2v-2}| = \left|\frac{s+2v-1}{\sigma+2v-1}\right| |B_{2v} \text{ член } (1)|$$

де $\sigma = Re\, s$. Іншими словами, якщо член $B_{2v}$ перший відкинутий член, то величина залишку в ряді (1) в більшості випадків є величиною такого ж порядку, що і перший пропущений член, і буде мати вигляд $|s+2v-1|(\sigma+2v-1)^{-1}$. Ця оцінка належить Беклунду [2]. Зокрема, якщо $s$ дійсне, залишок менший, ніж перший пропущений член, кожен член проскакує, а фактичне значення завжди лежить між двома послідовними частковими сумами ряду (1).

Хоча формула (1) випливає з формули $\zeta(s) = \sum n^{-s}$, яка справджується тільки для $Re\, s > 1$, вона, очевидно, залишається в силі в термінології Рімана, до тих пір, поки інтеграл від $R_{2v}$, сходиться, що справедливо на всій півплощині $Re(s+2v+1) > 1$. Так як $v$ довільне, це дає альтернативний доказ того, що $\zeta(s)$ може бути аналітично продовжена крізь $s$ −площину з допомогою лише одного простого полюса $s = 1$ і без будь - яких інших особливостей.

Таким чином, формула Ейлера-Маклорена залишається одним з ефективних засобів дослідження дзета-функції в критичній смузі та обчислення її значень на критичній прямій.

**Список використаних джерел**

1. Harold M. Edwards. Riemann’s Zeta Function. 1974. Dover Publications.

2. Титчмарш Е.К. Теория дзета-функции Римана. Череповец, 2000 г.

3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том II. М.,1970 г.

*This document focused on applying Euler-Maclaurin formula in the theory of the Riemann zeta function and finding non-trivial zeros. Initially, the article provides historical background, and then in more detail the method of Euler-Maclaurin summation for assessing harmonic series Riemann zeta function.*

*Keywords: Euler-Maclaurin formula, the Riemann zeta function, Grama points, missed the first member.*

УДК 372.853.53

**Аліксійчук Б.Р.**, студент 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Коваленко О.Є.** кандидат технічних наук, доцент

## МОДЕЛЬ СИСТЕМИ “ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ДІМ” НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ ARDUINO

*Анотація. Пропонується проект моделі контролю стану середовища на платформі Arduino.*

*Ключові слова: інтелектуальний дім, сенсор, arduino*

Одним із цікавих завдань розвитку інформаційних технологій є побудова системи типу цифровий дім і її різновид «Інтелектуальний дім» («Розумний дім»). Подібна система потребує узгодження апаратних та програмних засобів різних платформ.

Перспективним напрямком у розв’язанні цього завдання є використання апаратної платформи Arduino. Її вибір продиктований відносною простотою і доступністю компонентів та можливістю їх програмування.

Моделювання проекту зосередимо на таких основних можливостях

1) продемонструвати поточну дату і время;
2) продемонструвати поточну температуру;
3) продемонструвати поточну вологість;
4) продемонструвати поточний атмосферний тиск.
5) продемонструвати стан сенсора диму.

Для реалізації потрібні наступні компоненти:

1) мікроконтролер Arduino (Arduino nano v3);
2) сенсор температури і вологості Dht22 (малі похибки)
3) барометр BMP085
4) годинник реального часу DS3231;
5) сенсор диму MQ-2;
6) екран Nokia 5110;
7) Блок для батарейок, для живлення всієї конструкції (для автономної роботи на випадок вимикання світла). Живлення від Usb.
8) Перемикач, для того, щоб вмикати підсвітку екрану за необхідністю

9) Кусок фанери і ніжки.
10) Роз’єм для підключення блоку живлення.

Розглянемо монтаж нашої моделі

1) Перщим монтується екран:

pin 3 — Serial clock out (SCLK)
pin 4 — Serial data out (DIN)
pin 5 — Data/Command select (D/C)
pin 7 — LCD chip select (CS)
pin 6 — LCD reset (RST)
Живлення 3.3V\

2) Далі сенсор температури і вологості Dht22:

pin 10 — DAT
Живлення 5V

3) Третім підключаємо барометр:

pin 4 — SDA
pin 5 — SCL
Живлення 5V

4) Підключаємо годинник реального часу

pin 4 — SDA
pin 5 — SCL
Живленя 5V

5) Підключаємо сенсор задимленості MQ-2

pin 11 — DAT
Живлення 5V

6). Перевіряємо живлення.

Програмування сенсорів може бути здійснено наступним чином:

```
#include <LCD5110_Graph.h>
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <BMP085.h>
#include "RTClib.h"
#define DHTPIN 10     // 10 pin для сенсора DHT22
#define MQ2PIN 11     // 11 pin для сенсора MQ-2
#define DHTTYPE DHT22
#define DHTTYPE MQ2

RTC_DS1307 RTC;
BMP085 dps = BMP085();
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
long temp3 = 0, Pressure = 0, Altitude = 0;
// pin 3 - Serial clock out (SCLK)
// pin 4 - Serial data out (DIN)
// pin 5 - Data/Command select (D/C)
// pin 7 - LCD chip select (CS)
// pin 6 - LCD reset (RST)
LCD5110 myGLCD(3, 4, 5, 6, 7);
extern unsigned char SmallFont[];

void setup() {

myGLCD.InitLCD();
myGLCD.setFont(SmallFont);
Wire.begin();
RTC.begin();
dht.begin();
delay(2000);
dps.init(MODE_ULTRA_HIGHRES, 21000, true); // 21000 це над рівнем моря (Кам’янець-Подільський знаходиться на висоті 210 м над рівнем моря)
}
void loop() {
dps.getPressure(&Pressure);
dps.getAltitude(&Altitude);
dps.getTemperature(&temp3);
DateTime now = RTC.now();
// Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
float h = dht.readHumidity();
// Read temperature as Celsius
float t = dht.readTemperature();
myGLCD.setFont(SmallFont); // задаємо маленький розмір шрифта на екрані
myGLCD.clrScr(); // Очистка екрану
myGLCD.print("Time=", LEFT, 0);  //задаємо час
myGLCD.printNumI(int(now.hour()), 30, 0); // 30,0 означає 32=номер пропусків в рядку, ті звідки будемо друкувати. 0=номер рядка
myGLCD.print(":", 45, 0);
myGLCD.printNumI(int(now.minute()), 50, 0);
```

```
myGLCD.print(":", 62, 0);
myGLCD.printNumI(int(now.second()), 67, 0);
myGLCD.print("Date=", LEFT, 10);       //задаємо дату
myGLCD.printNumI(int(now.day()), 32, 10);
myGLCD.print("/", 44, 10);
myGLCD.printNumI(int(now.month()), 50, 10);
myGLCD.print("/", 62, 10);
myGLCD.printNumI(int(now.year() - 2000), 68, 10);
myGLCD.print("T=", LEFT, 20); //задаємо температуру
myGLCD.printNumF(t, 2, 13, 20);  //Це температура з сенсора DHT22
myGLCD.print("/", 45, 20);
myGLCD.printNumF(temp3 * 0.1, 2, 53, 20); //Це температура з барометра
myGLCD.print("Hum=", LEFT, 30); // задаємо вологість з DHT22
myGLCD.printNumF(h, 2, 28, 30);
myGLCD.print("%", 63, 30);
myGLCD.print("Pres=", LEFT, 40); // задаємо атмосферний тиск
myGLCD.printNumF(Pressure / 133.3, 2, 31, 40); //розрахунок атмосферного тиску
myGLCD.print("mm", 68, 40);
myGLCD.print("Hum=", LEFT, 50); // задаємо стан сенсора диму з MQ2
myGLCD.printNumF(h, 2, 28, 50);
myGLCD.print("~", 63, 50);
myGLCD.update(); // Виведення вмісту буфера на дисплей
delay (1000); // Затримка 1 с
}
```

Вважаємо, що пропонована модель може бути взята за основу для розробки контролю стану середовища як у домі, так і на робочому місці.

**Список використаних джерел**


1. Arduino Pro Mini: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardProMini
2. Download the Arduino Software: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.arduino.cc/en/Main/Software
3. Библиотека DHT к — URL: http://iarduino.ru/lib/DHT.rar (10.08.15).
4. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. — URL: http://datasheets. maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf



*Anotation. Proposed project control model of the environment on the platform Arduino.*



*Keywords: smart home, sensor, arduino.*

УДК 373.5.016:53

**Бабійчук І.В.**, студенка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

# ОСНОВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

*У статті здійснено порівняльний аналіз основних методів, з допомогою яких здійснюється розв'язування задач з фізики, наведено наочний приклад розв'язування.*

*Ключові слова: задача, фізика, аналітичний метод, синтетичний метод, розв'язування.*

Фізичною задачею називають певну проблему, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів фізики. Під задачами зазвичай розуміють доцільно підібрані вправи, основне призначення яких полягає у вивченні фізичних явищ, формуванні понять, розвитку логічного мислення і прищепленні умінь застосовувати свої знання на практиці. Розв'язування задач є невід'ємною складовою частиною навчального процесу, бо дозволяє формувати і збагачувати фізичні поняття, розвиває ваше фізичне мислення , ваші навички застосування знань на практиці. У процесі розв'язування задач формуються працелюбність, допитливість розуму, самостійність у судженнях, виховується інтерес до навчання, загартовується воля і характер, розвивається вміння аналізувати явища, узагальнювати відомості про них тощо. Велика роль задач у здійсненні політехнічного принципу навчання. Розв'язування задач є способом перевірки і систематизації ваших знань, дає можливість раціонально повторити, розширити і поглибити знання, сприяє формуванню світогляду, знайомить з досягненнями науки, техніки т.п. Усе це дозволяє говорити про розв'язування задач як метод навчання. Вважають, що без розв'язування задач курс фізики не може бути засвоєний.

Компетентність розв'язувати фізичні задачі передбачає оволодіння умінням складати і розв'язувати різні типи фізичних задач. Результатом набуття зазначеної компетентності є уміння бачити в природних явищах задачні ситуації та розв'язування різних типів задач; уміння систематизовувати фізичні задачі за розділами і типами; уміння давати фізичну інтерпретацію математичним формулам, графікам, способам визначення фізичних величин [1].

Метою нашої статті є встановлення суті аналітичного та синтетичного методів розв'язування фізичної задачі та розробка відповідних прикладів.

Основними методами розв'язування задач є аналітичний і синтетичний методи, які ґрунтуються на аналізі і синтезі задач. У залежності від того, які логічні операції застосовуються при розв'язанні задач, використовують методи розв'язування — аналітичний, синтетичний, та аналітико – синтетичний. Аналітичний метод полягає у розчленуванні задачі на кілька простіших задач. Розв'язування починають з шуканої величини. У результаті аналізу відшукують закономірність, що зв'язує шукану величину з заданими. Якщо в закономірність входять крім шуканої величини інші невідомі, то шукають інші закономірності, що зв'язують їх з відомими в умові задачі. Розрахункова формула одержується як синтез окремих закономірностей.

При синтетичному методі послідовно виявляють зв'язки величин, які дані в умові, з іншими до тих пір, поки в рівняння не ввійде тільки одна шукана невідома величина. Отже, на відміну від аналітичного методу, де починають з шуканої величини, в синтетичному методі починають з величин, заданих в умові задачі. У чистому вигляді аналітичний і синтетичний, як окремі, методи майже не застосовуються. При розв'язуванні задач використовують, як правило, і аналіз і синтез, тобто застосовують аналітико-синтетичний метод. У залежності від математичного апарату, що застосовується при розв'язуванні задач, виділяють такі способи розв'язування обчислювальних задач: арифметичний, алгебраїчний, геометричний. При арифметичному способі задачу розв'язують за питаннями, тобто застосовують математичні дії або тотожні перетворення над фізичними величинами без складання рівнянь. Алгебраїчний спосіб ґрунтується на використанні фізичних формул для складання рівнянь, з яких визначається шукана фізична величина. Замість геометричного способу вживають термін геометричний прийом. Він полягає в застосуванні при розв'язуванні задач геометричних і тригонометричних властивостей фігур. Розв'язування задач різних типів має свою специфіку, проте на практиці виробилась певна послідовність розв'язування задач багатьох типів: 1. Читання умови задачі та з'ясування змісту нових термінів і виразів, повторення умови задачі; 2. Короткий запис умови задачі, виконання необхідних малюнків, схем, графіків (усі фізичні величини мають бути виражені в одиницях СІ); 3. Аналіз умови задачі, в ході якого з'ясовуються її фізична суть, тобто з'ясовуються фізичні явища, процеси і стани системи та відновлюються в пам'яті учнів фізичні закони та формули, які потрібні для розв'язку задачі; 4. Складання плану розв'язку задачі; 5. Вираження зв'язків між шуканим і даними величинами у вигляді формул; 6. Розв'язування системи рівнянь для одержання кінцевої формули для розрахунку; 7. Обчислення шуканої величини; 8. Аналіз одержаних результатів; 9. Пошук і аналіз інших шляхів розв'язку задачі. При розв'язуванні конкретних задач деякі етапи загальної схеми розв'язку задач можуть бути випущені [3].

Розв’яжемо, наприклад, таку задачу [2].

<u>Задача.</u> Опір нагрівального елемента електричного чайника 60 Ом. у чайник налито 3 л води, температура якої 18˚С. Через скільки часу закипить вода після ввімкнення чайника? Напруга в мережі 220 В, ККД нагрівника 80%.

Розв’язання.

<u>Синтетичний метод розв’язування.</u>

1. Записуємо коротко умову задачі.

| | | |
|---|---|---|
| $R = 60 Ом$ | | $t - ?$ |
| $V = 3л$ | $= 3 \cdot 10^{-3} м^3$ | |
| $t_1{}^\circ = 18^\circ C$ | | |
| $t_2{}^\circ = 100^\circ C$ | | |
| $U = 220 B$ | | |
| $\eta = 80\%$ | $= 0{,}8$ | |
| $\rho = 10^3 \frac{кг}{м^3}$ | | |
| $c = 4{,}2 \cdot 10^3 \frac{Дж}{кг^\circ C}$ | | |

2. Визначимо корисну кількість теплоти за формулою:

$$Q_к = cm(t_2^\circ - t_1^\circ)$$

Враховуючи те, що $m = \rho V$, дана формула набуває вигляду:

$$Q_к = c\rho V(t_2^\circ - t_1^\circ)$$

3. З означення ККД нагрівника ($\eta = \frac{Q_к}{Q_з}$) затрачена кількість теплоти $Q_3$ дорівнює:

$$Q_3 = \frac{Q_к}{\eta}$$

Але $Q_3$ – це кількість теплоти, що виділяється в провіднику зі струмом відповідно до закону Джоуля-Ленца

$$Q_3 = \frac{U^2}{R} t$$

Для того, щоб визначити час, запишемо

$\frac{U^2 t}{R} = \frac{c\rho V(t_2^\circ - t_1^\circ)}{}$, з даної формули знаходимо

$$t = \frac{c\rho V(t_2^\circ - t_1^\circ)R}{\eta U^2}$$

5. Обчислюємо шукану величину:

$$t = \frac{4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 82 \cdot 60}{0{,}8 \cdot (220)^2} \approx 1700(c)$$

$$[t] = \left[\frac{Дж \cdot кг \cdot м^3 \cdot {}^\circ C \cdot Ом}{кг \cdot {}^\circ C \cdot м^3 \cdot В^2}\right] = \left[\frac{Дж \cdot Ом}{В^2}\right] = \left[\frac{А \cdot В \cdot с \cdot Ом}{В^2}\right] = [c]$$

<u>Аналітичний метод розв’язування.</u>

1. Аналізуючи умову задачі. Вишукуємо ту формулу, що містить час. Такою формулою є формула закону Джоуля-Ленца:

$$Q_З = \frac{U_2}{R}t\text{; звідки}$$

$$t = \frac{Q_З R}{U^2}$$

2. В праву частину разом з відомими величинами (опором $R$ і напругою $U$) входить невідома величина $Q_З$ – кількість теплоти, що виділяється струмом за час $t$. Частина цієї теплоти $Q_к$:

$$Q_к = cm(t_2{}^\circ - t_1{}^\circ)$$

Враховуючи, що $m = \rho V$, запишемо цю формулу в такому вигляді:

$$Q_к = c\rho V(t_2{}^\circ - t_1{}^\circ)$$

3. Затрачену кількість теплоти $Q_З$ визначимо з співвідношення:

$$\eta = \frac{Q_к}{Q_З} \cdot 100\%\text{; звідки}$$

$$Q_З = \frac{Q_к}{\eta}$$

4. Підставивши останню формулу в формулу для визначення часу $t$,

$Q_З = \dfrac{c\rho V(t_2{}^\circ - t_1{}^\circ)}{\eta}$, звідки

$$t = \frac{c\rho V(t_2{}^\circ - t_1{}^\circ)R}{U^2\eta}$$

Таким чином, ми приходимо до висновку, що аналітичний метод розв’язування фізичної задачі є найбільш доцільним для використання у навчанні фізики. Синтетичний метод, на нашу думку, фактично містить в собі прихований аналітичний, тому на практиці, як свідчать дослідження, досить часто використовують комбінацію цих методів – аналітико-синтетичний.

**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. – 392 с.

2. Ніколаєв О.М. Дидактичні основи формування предметних компетентностей майбутнього вчителя фізики: монографія / О.М. Ніколаєв. – Кам’янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута», 2015. – 352 с.

3. Основи розв’язування фізичних задач: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.zhu.edu.ua/mk_school/ pluginfile.php/16973/ mod_resource/content/1/%D0%A3%D1%80%D0%BE%D0%BA%201.pdf.

*This article provides a comparative analysis of the main methods by which the solution of problems in physics, are a good example of solution.*

*Keywords: task, physics, analytical method, synthetic method of solution.*

УДК 373.5.016:53

**Бугера І.О.,** студентка 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

# СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

*Анотація: Аналізуються можливості використання фізичних експериментів і відповідного побутового обладнання для активізації навчальної діяльності школярів.*

*Ключові слова: фізичний експеримент, демонстрація, сучасна техніка.*

**Актуальність теми.** У процесі навчання фізики фізичний експеримент є джерелом знань, методом навчання та видом наочності і тому є невід’ємною його складовою. Поряд з цим навчальний експеримент з фізики складає базис шкільного курсу фізики та курсу фізики вищої школи, широко використовується як засіб активної навчально-пошукової діяльності.

Однак нині фізичні лабораторії вищих навчальних закладів дуже часто устатковані застарілим обладнанням, або не устатковані відповідним обладнанням, необхідним для проведення повноцінного фізичного експерименту. Прилади потребують зміни не лише через несправність, але й через моральну застарілість. Ця проблема є актуальною для багатьох шкіл України [4].

Метою нашої статті є пошук шляхів постановки навчального фізичного експерименту при мінімальних затратах та без придбання нових дорогих приладів.

**Постановка проблеми.** Для успішного використання учнями нових інформаційних технологій необхідний розвиток системного мислення учнів для засвоєння ними фундаментальних фізичних понять, законів. Основним завданням вчителя є організувати діяльність учнів для засвоєння і перетворення за короткий проміжок часу певного обсягу інформації, щоб потім використовувати її в практичній діяльності. Учитель при вирішенні цього непростого завдання може поєднувати традиційні методи навчання та сучасні, використовуючи засоби нових інформаційних технологій, у тому числі комп'ютерні. Використання комп'ютера дозволяє зробити процес навчання мобільним, диференційованим та індивідуальним.

У структурі техніки та методики навчального фізичного експерименту можна виділити наступні взаємопов'язані елементи: технічні засоби навчання, техніка експериментування, методика організації сприйняття навчального фізичного експерименту і методика його використання при навчанні [5, с. 19].

Сучасна комп'ютерна техніка дає можливість істотно розширити межі навчального фізичного експерименту. Наприклад, вивчення швидкопротікаючих процесів в режимі реального часу стає можливим завдяки наявності потужних засобів візуалізації і застосуванню цифрових технологій обробки даних.

Цифрові технології під час навчального фізичного експерименту тоді сприяють формуванню предметних компетентностей, коли їх застосовує вчитель, який володіє технікою експериментування - прийомами поводження з фізичним обладнанням. Зміст цього елемента методики складають наступні компоненти: збірка і налагодження комп'ютерних експериментальних установок; приведення їх у дію; забезпечення успішного перебігу фізичного процесу і його спостереження за допомогою інформаційних комп'ютерних технологій; припинення досліду в потрібний момент; повне дотримання вимог техніки безпеки [1].

Завданням вчителя є з всього різноманіття підібрати грамотно побудоване віртуальне дослідження, яке принесе бажаний педагогічний результат. Віртуальну лабораторну роботу вчитель може використати як додатковий механізм впливу на якість знань учнів під час пояснення нового чи закріпленні пройденого навчального матеріалу. Таким чином, під час виконання лабораторного дослідження учень буде готовим до сприйняття і аналізу отриманих даних. Якщо це лабораторна робота з електрики, то попередньо виконана віртуальна лабораторна робота буде особливо актуальна. Дуже важливим є також аналіз учителем отриманих даних, зокрема, графіків, з демонстрацією суті механізму їх отримання з фізичної точки зору. Це допоможе краще зрозуміти навчальний матеріал та надалі застосовувати ці знання на практиці, що, в свою чергу, приведе до формування фізичної компетентності [3].

Більшість методистів стверджують, що використання комп’ютерного моделювання виправдане лише в тому випадку, якщо експеримент з об’єктивних причин (складність, небезпечність, висока ціна матеріалів) не може бути проведений у навчальному закладі [2].

До того ж, оскільки комп’ютер нині є майже у кожній оселі, то фізичні досліди з його залученням можна проводити і в домашніх умовах. Простота описаного методу організації навчального експерименту з фізики та доступність відповідного програмного забезпечення дозволяють створювати експериментальні установки на базі домашнього комп’ютера. Це відкриває широкі можливості як для позакласної роботи, так і для дистанційного навчання. Властивості описаного нами способу дозволяють використовувати його не лише при реалізації навчального експерименту, а й в науково-дослідницькій діяльності школярів та студентів.

**Висновок.** Отже, підхід «попередня підготовка (віртуальне дослідження, перегляд відео лабораторної роботи тощо) + реальний експеримент (зокрема, з використанням засобів нових інформаційних технологій) + демонстрація фізичної суті (наприклад, комп’ютерна демонстрація) призведе до опанування нових знань, формування вмінь самостійно поповнювати знання, здійснювати пошук й орієнтуватися в потоці інформації. Що і є основним завданням сучасної освіти.

**Список використаних джерел**

1. Атаманчук П.С. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: Навч. посіб. / П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, А.М. Кух. – Кам’янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.: іл., табл.

2. Анциферов Л.И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента / Л.И. Анциферов, И.М. Пищиков - М: Просвещение, 1984. – с. 5-18.

3. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы / А.И. Бугаев - М.: Просвещение, 1981. – с. 154-171.

4. Коршак Є.В. Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту / Є.В. Коршак - К.: Рад. школа, 1981. – с. 5-10.

5. Данилов О. Е. Теория и методика использования метода сканирования в учебном физическом эксперименте: Дис. … канд. пед. наук: 13.00.02 / О. Е. Данилов. — Глазов, 2005. — 207 с.

*Anotation: The article analysed possibilities of the use of experiments from physics and properdomestic equ ipment for activation of educational activity of schoolboys.*

*Keywords: physical experiment, demonstration, modern technology.*

УДК 681.142.2

**Вармінська В. В.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Ю. Л.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЗВИЧАЙНИХ ДРОБІВ В КУРСІ МАТЕМАТИКИ 6 КЛАСУ

*У статті розкрито методику вивчення звичайних дробів в курсі математики 6 класу, що відповідає діючим підручникам для 6 класу. Розроблена методика вивчення звичайних дробів в курсі математики 6 класу допоможе вчителям доступніше пояснювати навчальний матеріал.*

*Ключові слова: математика, звичайні дроби, десяткові дроби.*

Питання про те, з яких дробів – звичайних чи десяткових доцільно починати вивчення дробових чисел в школі, є досить дискусійним. Уже більше ста років одні пропонують спочатку вивчати звичайні дроби, а потім десяткові, інші - навпаки, спочатку десяткові, а потім звичайні.

Звичайні дроби були відомі єгипетським математикам кілька тисячоліть тому, а десяткові дроби вперше з’явилися тільки в XV ст. В арифметиці Магницького, яка вийшла в 1703 р., звичайним дробам присвячено всю другу частину першої книги, а десятковим всього 3 сторінки. Більше місця десятковим дробам відводилось в підручниках другої половини XVIII ст., але тоді вони розглядалися не лише після звичайних дробів, а після коренів і логарифмів. Тільки в арифметиці Буняковського, перше видання якого вийшло 1844р., десяткові дроби викладено паралельно з цілими числами перед звичайними дробами [ 1].

У наших загальноосвітніх школах довгий час спочатку вивчали звичайні дроби, а потім десяткові. Прихильники такої послідовності вивчення дробових чисел наводять такі аргументи:

1) десятковий дріб є видом звичайного дробу, і щоб дати означення десяткового дробу, треба спочатку дати поняття про звичайний дріб;
2) якщо починати з вивчення десяткових, то при множенні і діленні виникнуть труднощі і неминуче знизиться науковий рівень викладання.

Однак інші методисти вважають, що краще починати з десяткових дробів, бо:

1) для практичних потреб досить знати лише десяткові дроби;

2) дії над десятковими дробами виконувати легше, ніж над звичайними;

3) всю теорію десяткових дробів можна побудувати, не використовуючи поняття звичайного дробу, а лише поширюючи прийняту в нас десяткову систему нумерації на розряди менші 1.

Ця дискусія ще не закінчилась, хоч тепер, як і раніше, учні спочатку розглядають звичайні дроби і лише потім - десяткові [2].

Наприкінці XX століття середня загальноосвітня школа вступила в принципово новий етап свого розвитку, характерними рисами якого є розбудова освіти на нових прогресивних концепціях, запровадження у навчально-виховний процес сучасних педагогічних та інформаційних технологій, науково-методичних досягнень.

В 2000 році було розпочато реформу освіти України, яка передбачає реалізацію принципів гуманітарної освіти, переорієнтацію процесу навчання на розвиток особистості учня, формування його основних компетенцій.

Тема "Звичайні дроби" є досить важливою у шкільному курсі математики і для розвитку мислення учнів. Адже на основі цих знань базується подальший виклад матеріалу, вони є основою для виконання будь-яких обчислень.

У зв'язку з переходом шкіл на 12-бальну шкалу оцінювання знань учнів, чотирьохрівневе навчання і нові підручники з математики виникає необхідність розробити методику вивчення дробових чисел, яка б відповідала цим вимогам.

Все це і зумовило вибір теми дослідження "Методика вивчення звичайних дробів в курсі математики 6 класу".

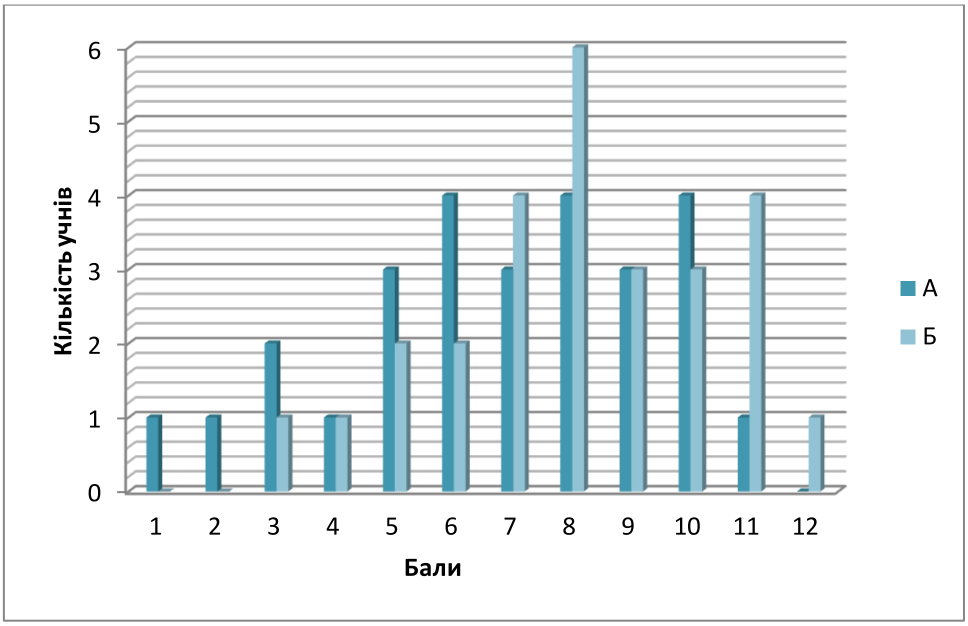
Для розробки методики використовували комплекс теоретичних та експериментальних методів: аналіз педагогічної літератури, підручників і посібників з математики; практична діяльність по організації і проведенню навчального процесу на уроках математики; педагогічний експеримент, опрацювання його результатів з використанням методів математичної статистики.

Експериментальна перевірка розробленої методики проводилась в Кам'янець-Подільській ЗОШ №2 протягом 2015 – 2016 навчального року.

За експериментальну групу було взято учнів 6-А класу. Середній бал успішності в даному класі за минулий навчальний рік становив 7,3. За контрольну групу було взято учнів 6-Б класу. Середній бал успішності складав відповідно 8.

Вчителям було пояснено, в чому полягає суть експерименту та особливості навчання за розробленою методикою. Учні контрольної групи працювали за шкільною програмою та підручниками, а учні експериментального класу працювали за розробленою нами методикою. В кінці вивчення теми «Множення і ділення звичайних дробів», учням як експериментальної групи, так і контрольного класу було запропоновано перевірочні контрольні роботи.

Результати роботи в графічному зображенні:




Як видно з одержаних графіків, в експериментальному класі спостерігається ріст балів достатнього і високого рівня, причому кількість їх більша ніж в контрольному класі. Це говорить про те, що розроблена методика є ефективною.

Проведена експериментальна перевірка розробленої методики свідчить про існування тісного зв'язку між застосуванням різнорівневих задач для перевірки і досягненням учнями відповідних рівнів знань (одержаний коефіцієнт кореляції наближається до одиниці). Тому можна говорити про доцільність впровадження такої методичної системи в навчальний процес. Її використання в шкільній практиці сприяє розвитку в учнів стійкого інтересу до поглиблення вивчення математики, веде до формування даних рівнів знань, їх об'єктивної перевірки.

**Список використаних джерел**

1. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. посібник. – К.: Вища шк. – 1989. – 369 с.

2. Блох А.Я. Методика преподования математики в средней школе: Частная методика/ А.Я. Блох, В.А. Гусев, Г.В. Дорофеев й др.: Сост. В.И.

Мишин. Учеб. Пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. – М.: Просвещение. – 1987. – 416 с.

3. Мерзляк А.Г. Математика: підруч. для 6 кл. загальноосвіт. навч. закладів / А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, М.С. Якір. – Х.: Гімназія, 2014. – 400 с.

4. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів Математика 5-12 класи. Лист Міністерства освіти і науки України №1/11–6611 від 23.12.2004р. – 64 с.

*In the article the method of studying common fractions in math course grade 6, which corresponds to the current textbooks for grade 6. The method of studying common fractions in math course grade 6 teachers will explain the course material more accessible.*

*Keywords: mathematics, common fractions, decimals.*

УДК 511.331

**Вінярська Р. М.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Кріль С. О.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є В ТЕОРІЇ ДЗЕТА-ФУНКЦІЇ РІМАНА

*Приведено основні відомості про самоспряженість операторів пов'язаних з перетворенням функції $\xi(s)$; розглянуто функціональне рівняння для дзета-функції Рімана, зокрема виведення функціонального рівняння дзета-функції з використанням самосопряжених оператів.*

*Ключові слова: дзета-функція Рімана, самоспряжений оператор, функціональне рівняння, перетворення оперетора.*

Друге доведення Рімана функціонального рівняння для дзета-функції залежить від функціонального рівняння $1 + 2\psi(x) = x^{-1/2}[1 + 2\psi(x^{-1})]$ з теорії дзета-функції. Якщо взяти $x = u^2$і $G(x) = 1 + 2\psi(u^2) = \sum_{-\infty}^{\infty} \exp(-\pi n^2 u^2)$, то це рівняння приймає простий вигляд $G(u) = (u^{-1})G(u^{-1})$. Це означає, що інваріантний оператор

$$f(x) \to \int_0^\infty f(ux)G(u)du \qquad (1)$$

формально є самоспряженим. Потрібно відмітити, що інтеграл

$$\int_0^\infty u^{-s}G(u)du \qquad (2)$$

не є збіжним для всіх $s$. Проте, як буде показано нижче, він може бути змінений таким чином, щоб згаданий інтеграл збігався, тоді формальне самоспряження цього оператора є еквівалентним функціональному рівнянню дзета-функції.

Інтеграл $\int_0^\infty u^{-s}G(u)du$будe збіжним у випадку, коли вільний член величини $G(u) = 1 + 2\sum_{n=1}^{\infty} \exp(-\pi n^2 u^2)$відсутній. Вільний член може бути усунутий шляхом диференціювання $G$, а ще краще, застосувавши інваріантний оператор $G(u) = uG'(u)$. Щоб зберегти самоспряженість, потрібно потім застосувати відображення $G(u) \to -d[uG(u)]/du$для другого коефіцієнта або $f(u) = uf'(u)$— для першого, який здійснює домноження перешого елемента залежно від $-s$. Таким чином формально виконується рівність:

$$\int_0^\infty u^{-s}[(-\frac{d}{du}u^2\frac{d}{du})G(u)]du = \int_0^\infty [(-u\frac{d^2}{du^2}u)u^{-s}]G(u)du =$$
$$= s(1-s)\int_0^\infty u^{-s}G(u)du \tag{3}$$

Права сторона $s(1-s)$цього перетворення є самоспряженим операторм і, отже, в деякому сенсі вона є інваріантною щодо заміни $s \to 1-s$. Тим не менш, з лівої сторони, насправді чітко визначено аналітичну функцію комплексної змінної $s$для всіх $s$.

Нехай $H(u) = \frac{d}{du}[u^2\frac{d}{du}G(u)]$таке, що інтеграл набере вигляду — $\int_0^\infty u^{-s}H(u)du$. Тоді

$$H(u) = \frac{d}{du}[u^2\frac{d}{du}\{G(u)-1\}]$$

прямує до нуля швидше, ніж будь-який стетінь $u$при $u \to \infty$, а інтеграл $-\int_0^\infty u^{-s}H(u)du$є збіжним. З іншого боку, застосування оператора $(d/du)u^2(d/du)$до обох сторін функціонального рівняння $G(u) = (1/u)G(1/u)$дає два вирази

$$2uG'(u) + u^2G''(u) = \frac{2}{u^2}G'(\frac{1}{u}) + \frac{1}{u^3}G''(\frac{1}{u}), \tag{4}$$

для $H(u)$і, отже, дає $H(u) = (1/u)H(1/u)$, тобто $H$задовільняє те саме функціональне рівняння що й $G$. Це означає, що $H(u)$прямує до нуля швидше ніж будь-який степінь $u$, коли $u \to 0^+$тому інтеграл $-\int_0^\infty u^{-s}H(u)du$є збіжним до 0. Ліва частина рівняння (3) є цілою функцією $s$, що, в силу (3), можна було б очікувати. Таким чином

$$-\int_0^\infty u^{-s}H(u)du = \int_0^\infty u^{-s}H(u)d\log u =$$

$$= -\int_0^\infty v^{s-1} H(\tfrac{1}{v}) d\log v = -\int_0^\infty u^{s-1} H(u) du.$$

Оскільки $\int_0^\infty u^{-s} H(u) du = 2\xi(1-s)$, то це доводить функціональне рівняння $\xi(s) = \xi(1-s)$.

Нехай $s$від'ємні дійсні числа. Тоді

$$\int_0^\infty u^{-s} H(u) du = \int_0^\infty u^{-s} (\frac{d}{du} u^2 \frac{d}{du} G(u)) du =$$

$$= \int_0^\infty u^{-s} (\frac{d}{du} u^2 \frac{d}{du} [G(u) - 1]) du =$$

$$= -\int_0^\infty (\frac{d}{du} u^{-s})(u^2 \frac{d}{du} [G(u) - 1]) du =$$

(оскільки, $G(u) - 1$ і всі її похідні прямують до нуля швидше ніж будь-який степінь $u$, коли $u \to \infty$. Отже, $G(u) - u^{-1} = u^{-1}[G(u^{-1}) - 1]$і всі її похідні зникають швидше, ніж будь-який степінь $u$, коли $u \to 0^+$, що означає, що $u^2 d[G(u) - u^{-1}]/du + u^2[u^{-1} - 1]/du$обмежена при $u \to 0^+$)

$$= s\int_0^\infty u^{1-s} \frac{d}{du} [G(u) - 1] du =$$

$$= -s\int_0^\infty (\frac{d}{du} u^{1-s})[G(u) - 1] du =$$

(тому що $G(u) - 1$ прямує до нуля швидше, ніж будь-який степінь $u$, коли $u \to \infty$, в той час як $G(u) - 1 = G(u) - u^{-1} + u^{-1} - 1$ зростає не швидше, ніж $u$, коли $u \to 0^+$)

$$= s(s-1)\int_0^\infty u^{-s} [G(u) - 1] du =$$

$$= s(s-1)\int_0^\infty u^{-s} 2 \sum_{n=1}^\infty e^{-\pi n^2 u^2} du =$$

$$= s(s-1) \sum_{n=1}^\infty \int_0^\infty u^{1-s} e^{-\pi n^2 u^2} 2 d\log u =$$

$$= s(s-1) \sum_{n=1}^\infty \int_0^\infty (\frac{v}{\pi n^2})^{(1-s)/2} e^{-v} d\log v =$$

$$= s(s-1)\pi^{(s-1)/2} \sum_{n=1}^\infty \frac{1}{n^{1-s}} \int_0^\infty e^{-v} v^{(1-s)/2} v^{-1} dv =$$

$$= s(s-1)\pi^{(s-1)/2} \zeta(1-s) \prod(\frac{1-s}{2} - 1) =$$

$$= (-s) 2 \prod(\tfrac{1-s}{2}) \pi^{-(1-s)/2} \zeta(1-s) = 2\zeta(1-s).$$

Таким чином, переконуємося в тому, що приведена ріність справедлива для всіх $s$. Слід відмітити, що формально

$$\int_0^\infty u^{-s} G(u)du = \frac{2\zeta(s)}{s(s-1)};$$

тобто, функція $2\zeta(s)/s(s-1)$є елементом перетворення опекратора (1).

Таким чином, функціональне рівняння $\zeta(s)/s(s-1)$може бути виведене з функціонального рівняння $G(u) = u^{-1}G(u^{-1})$таким чином. Спочатку покажемо, що функція $H(u) = (d/du)u^2(d/du)G(u)$теж функціональне рівняння що й $G$, тобто $H(u) = u^{-1}H(u^{-1})$. Це випливає із $2uG'(u) + u^2G''(u) = \frac{2}{u^2}G'(\frac{1}{u}) + \frac{1}{u^3}G''(\frac{1}{u})$. Потім переконуємося, що $\int_0^\infty u^{-s}H(u)du$є збіжним для всіх $s$, і що для від'ємних дійсних $s$отримуємо $2\zeta(1-s)$. Це й означає, що $\zeta(1-s)$є цілою функцією і, оскільки $H(u) = u^{-1}H(u^{-1})$, то вона інваріантна щодо $s \to 1-s$.

## Список використаних джерел


1. Карацуба А. Л. Основы аналитической теории чисел. — М.: Паука, 1983. — 240 с.

2. Титчмарш Е. К. Теория дзета-функции Римана / Е. К. Титчмарш. — М.: Издательство иностранной литературы, 1953. — 408 с.

3. Edwards H. M., Riemann's Zeta Function, Academic Press, 1974.



*We give basic information about the self-adjoint operator related with transform function $\xi(s)$; considered the functional equation of the theta function Riemann, including can be deduced the functional equation of the theta function using the self-adjoint operators with transform.*



*Keywords: theta function Riemann, self-adjoint operator, functional equation, transform operator.*



УДК 373.5.016:53



**Герасимчук О. О.**, студентка 4 курсу фізико-математичного факультету
**Колесникова М. І.**,студентка 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент


# ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ COBRA3


*Анотація. Статтю присвячено аналізу історії розвитку та особливостей використання вимірювального комплекту Cobra3, дослідженню принципу його роботи, фізичного експерименту з використанням вимірювального комплекту Cobra3. Розглянуто основні елементи вимірювального комплекту,його загальну структуру та межі використання.*

*Ключові слова: цифрова лабораторія, Cobra 3, PHYWE, експеримент, датчик,вимірювальний модуль.*

Постановка проблеми. Нестача приладів у школах негативно впливає на навчальний процес. Не маючи змоги показати демонстрацію якогось закону чи явища, вчителі змушені пояснювати навчальний матеріал «на пальцях» або ще якимось чином.В даній ситуації є вихід – запровадити в школі використання новітнього приладу Cobra 3. Разом з тимцифрові лабораторії компанії PHYWE вже не така рідкість в багатьох університетах,а в цьому році масово стали поставлятися в загально – освітні навчальні заклади окремих регіонів [2].

Метою нашої статті є аналіз особливостей використання цифрового вимірювального комплекту Cobra3 та історією його розвитку.

Історія розвитку компанії PHYWE почалася так: понад сто років тому в Німецькому університетському місті Геттінгені були засновані фізичні майстерні для оснащення університетських лабораторій і розробки обладнання для навчання. Засновник майстерень Golthelf Leimbach. Геттінген – місто, в якому жило і працювало найбільше число Нобелівських лауреатів з фізики (рис. 1). Напевно, тому фізичні майстерні виявилися затребувані викладачами та студентами і поступово перетворилися в компанію зі світовим ім'ям PHYWE (рис. 2). Компанія розробляє і виробляє обладнання для навчального експерименту з фізики, хімії, біології та прикладних наук. Устаткування виробляють там же в Геттінгені в сусідній будівлі.

Рис. 1. Алея Нобелівських лауреатів в Німеччині


Рис. 2. Адміністративна будівля PHYWE

Навчальне обладнання проводиться не тільки для вузів, а й для шкіл. У 95 країнах світу обладнання під маркою PHYWE працює вже багато років [2].

Розробники компанії створили потужну систему для комп'ютеризованого експерименту – цифрову лабораторію (ЦЛ) Cobra3, в основному для експлуатації в умовах лабораторного практикуму вузів [2]. У Росії ця система активно експлуатується в потокових умовах вже близько п'яти років і у всіх вузах показала свою надійність і велику методичну цінність для навчального процесу. Такі вузи, як Астраханський державний університет, Петрозаводський державний університет, Московський інститут сталі і


Рис. 3. Базовий блок ЦЛ Cobra3 з підключеними пристроями

сплавів переобладнали цілі лабораторії, в тому числі і з застосуванням ЦЛ Cobra3 [2]. Необхідно підкреслити, що застосування цієї ЦЛ в тій чи іншій лабораторній установці є вибором замовника, можна купувати і лабораторне обладнання без комп'ютерної обробки даних експерименту, з традиційними стрілочними або цифровими вимірювачами.

Цифрова лабораторія Cobra3 призначена для проведення вимірювання, контролю та регулювання процесів в області фізики, хімії, біології та прикладних дисциплін. За допомогою цієї ЦЛ можна проводити як демонстраційний експеримент, так і лабораторний експеримент [3]. Причому в обох випадках ЦЛ є тільки частиною експериментальної установки, яка поставляється разом з вимірювачами ЦЛ. Результати такого комп'ютеризованого експерименту виходять в зручному цифровому поданні на ПК і в демонстраційному варіанті, за допомогою засобів мультимедіа висвічуються на екрані аудиторії.

Основним елементом ЦЛ є базова установка (рис. 4.) з підключеними до неї датчиковими модулями. Деякі датчики підключаються безпосередньо до базової установки без модулів. Базовий блок є одночасно і джерелом живлення постійної напруги 12 В. Лабораторна установка, в яку входить ЦЛ CobraЗ, може управлятися або за допомогою комп'ютера (через інформаційний стандартний кабель ЛБ 232), або за допомогою операційної установки (комп'ютерного блоку).

Прилад оснащений 3 аналоговими входами (1 модульний порт, 2 порти для датчиків), 1 аналоговим виходом, 3 цифровими контрольними виходами, 2 входами для таймера / лічильника і 1 виходом фіксованої напруги. Кількість входів і виходів можна збільшити, добудовуючи додатково базову установку. Вимірювальні модулі і датчики дозволяють виміряти неелектричні величини. Операційну систему базової установки можна оновлювати через інформаційний стандартний кабель RS 232. Прилад вмонтований в ударостійкий пластмасовий корпус, на нижній частині якого розташовані ніжки, а з боків – з'єднувальні елементи для добудовування додаткових установок.

При роботі з базовим модулем можливе підключення наступних датчиків безпосередньо до установки без вимірювальних модулів: напівпровідниковий датчик, -10…120 ° С, вимірювальний мікрофон, датчик руху з кабелем, світловий бар'єр, фотодіод.

Через вимірювальні модулі до базової установки можуть кріпитися різні види зондів; всі зонди і датчики є 12–розрядними.На фотографії (рис. 4.) показано підключення до базового блоку Cobra3 вимірювального зонда Тесла у вузівській лабораторній установці.Для роботи базового блоку з деякими підключеними датчиками необхідно програмне забезпечення до цих датчиків, яке поставляється з обладнанням і працює всередині однієї програми Measure.

Така система, безумовно, не дуже зручна, але одночасно служить захистом від спроб вкрасти ПО. У разі, якщо диск з версією ПО для датчика загублений, то програма Measure працювати буде, але в демонстраційній версії, тобто кожен раз при запуску встановлюючи 300 з затримки, потім 600 з і інше., перед запуском робочої версії програми.

Розглянемо особливості експлуатації ЦЛ Cobra3, використання

Рис. 4. Базовий блок BASIC-UNIT в лабораторній установці

датчикової системи якої вельми доцільно якраз у вузівському практикумі. Наприклад, з понад 50 експериментальних установок з механіки, що поставляються компанією, майже половина може бути виконана за допомогою ЦЛ Cobra3 на ПК [5]. Спектр датчиків і зондів дуже широкий і не вимагає додаткових калібрувань. Але разом з тим можна констатувати, що ЦЛ такого типу вже морально застаріло. Досить громіздкий базовий блок, різні типи входів при підключенні датчиків, ПО індивідуальне для ряду датчиків усередині однієї програми, з’єднувальний кабель RS 232 – все це стало підставами для удосконалення системи. І таке вдосконалене рішення було запропоновано компанією PHYWE в 2009 році у вигляді датчикової системи Cobra4.

Таким чином, використання сучасної цифрової лабораторії Cobra 3 у навчальному процесі з фізики дає змогу проводити повністю шкільний фізичний експеримент з опорою на цифрове подання. Особливістю цього комплекту є можливість підключення широкого спектру різних датчиків та зондів та легко може використовуватися як вчителями, так і учнями в сучасній школі. В завершенні ми щиро дякуємо авторам, чиї цінні твори стали нам у нагоді впродовж проведення нашого дослідження.

**Список використаних джерел**

1. Петрова М.А. Компьютеризированный эксперимент с использованием системы «Cobra3»: книга для учителя [/ М.А. Петрова. – М., 2008 .- 155 с.
2. Лопаткин Р.Ю. Роль мультимедийных систем в информационной среде обученияьна примере программно-методического комплекса INTERNESS/ Р.Ю. Лопаткин, А. Грюнемайер, М.И. Колесник // Материалы X международной конференции ФССО- 09. - СПб.,2009. Т. 2. - С. 187-190.
3. Петрова М.А. Многообразие датчиковых систем для компьютеризированного физического эксперимента. ИКТ в образовании / М.А. Петрова // Вестник ПГПУ. - Пермь: ПГПУ, 2009. - Вып.5. - С. 146-158.

*Anotation. This article analyzes the history of use and features Cobra 3 measuring kit, the study how it works, physical experiment using a measuring kit Cobra 3. The main elements of the measuring kit, its overall structure and limits of use.*

*Keywords: digital lab, Cobra 3, PHYWE, experiment, gauge, measuring module.*

УДК 378.016:53 (075.3)

**Герлєй М.К.**, студентка 2 курсу фізико-математичного факультету
**Капнік О.О.**, студент 2 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## РІЗНІ СПОСОБИ ДОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

*Анотація. Статтю присвячено аналізу раціональних способів добування електроенергії та їх особливостей, дослідженню та порівнянню принципу їх роботи. Розглянуто основні джерела добутку електроенергії, їх вплив на навколишнє середовище та сфери використання.*

*Ключові слова: електроенергія, енергетика, джерела енергії.*

**Постановка проблеми.** У сучасному світі енергетика є основою розвитку базових галузей промисловості, що визначають прогрес суспільного виробництва. В усіх промислово розвинених країнах темпи розвитку енергетики випереджали темпи розвитку інших галузей.

У той же час енергетика - один з джерел несприятливого впливу на навколишнє середовище і людину. Вона впливає на атмосферу (споживання кисню, викиди газів, вологи і твердих частинок), гідросферу (споживання води, створення штучних водоймищ, скиди забруднених і нагрітих вод, рідких відходів) і на літосферу (споживання викопних палив, зміна ландшафту, викиди токсичних речовин).

**Метою нашої статті** є аналіз особливостей раціональних способів добування електроенергії та їх вплив на навколишнє середовище .

Серед найбільших досягнень XX століття поряд з генної і напівпровідникової технологіями відкриття атомної енергії і оволодіння нею займає особливе місце. Людство отримало доступ до величезного і потенційно небезпечного джерела енергії, який не можна ні закрити, ні забути, його потрібно використовувати не на шкоду, а на користь людству.

У атомної енергії дві «родові» функції - військова, руйнівна і енергетична - творча. У міру знищення страхітливих ядерних арсеналів, створених в період холодної війни, атомна енергія буде проникати всередину цивілізованого суспільства у вигляді тепла, електрики, медичних ізотопів, ядерних технологій, що знайшли застосування в промисловості, космосі, сільському господарстві, археології, судової медицини і т.д . У XXI столітті виснаження енергоресурсу вже не буде першим обмежуючим фактором. Головним стає фактор обмеження межі екологічної ємності середовища існування. Прогрес, досягнутий в перетворенні атомної енергії в безпечне, чисте і дієвий засіб задоволення зростаючих глобальних енергетичних потреб, не може бути досягнутий ніякої іншою технологією, незважаючи на привабливість енергії вітру, сонця та інших, «поновлюваних» джерел енергії.

Однак існуюча в суспільстві уявлення про атомну енергію, як і раніше оповита міфами і страхами, які абсолютно не відповідають фактичному стану справ, і, в основному, спираються виключно на почуття і емоції. У тому випадку, коли голосуванням пропонується вирішувати питання про небезпеку там, де діють закони природи (за термінологією В. І. Вернадського, коли «громадська думка» випереджає «суспільне розуміння»), як це не парадоксально, відбувається применшення екологічної небезпеки.

Тому одним з найважливіших завдань, що стоять в даний час перед вченими, є завдання досягнення «суспільного розуміння» екологічних проблем, в тому числі - енергетиці.

Широко існує твердження про екологічну «чистоту» поновлюваних джерел енергії справедливо, лише, якщо мати на увазі тільки кінцеву стадію – енергетичних виробів станцій. З усіх цих видів поновлюваних джерел енергії тільки гідроенергія зараз вносить серйозний внесок у всесвітнє виробництво електроенергії (17%).

У більшості промислово розвинених країн незадіяним на сьогодні залишився лише незначний за обсягом гідроенергетичний потенціал. Так, в європейській частині країни з найбільш напруженим паливним балансом використання гідроенергетичних ресурсів досягло 50%, а їх економічний потенціал практично вичерпаний. Гідроенергетичні споруди в потенціалі несуть в собі небезпеку великих катастроф. Так, в 1979 році аварія на греблі в Морво (Індія) забрала близько 15 тисяч життів. У Європі в 1963 році аварія греблі в Вайонт (Італія) привела до загибелі 3 тисячі людей. Несприятливий вплив гідроенергетики на навколишнє середовище, в основному, зводиться до наступного: затоплення с / г угідь і населених пунктів, порушення водного балансу, що веде до зміни існування флори і фауни, кліматичні наслідки (зміна теплового балансу, збільшення кількості опадів, швидкості вітру, хмарності і т.д.). Перегороджування русла річки призводить до заливання водойми і ерозії берегів, погіршення самоочищення проточних вод і зменшення вмісту кисню, труднощі вільний рух риб. Зі збільшенням масштабів гідротехнічної споруди росте і масштаб впливу на навколишнє середовище.

Енергія вітру в великих масштабах виявилася ненадійною, економічною і, головне, нездатною давати електроенергію в потрібних кількостях.

Будівництво вітряних установок ускладнюється необхідністю виготовлення лопатей турбіни великих розмірів. Так, за проектом ФРН установка потужністю 2-3 МВт повинна мати діаметр вітрового колеса 100м, причому вона робить такий шум, що виникає необхідність відключення її в нічний час.

У штаті Огайо була побудована найбільша в світі вітросилових установка 10МВт. Пропрацювавши кілька діб, була продана на злам за ціною 10дол. За тонну. В радіусі декількох кілометрів жити стало неможливо через інфразвуку, що збігається з альфа-ритмом головного мозку, що викликає психічні захворювання.

До серйозних негативних наслідків використання енергії вітру можна віднести перешкоди для повітряного сполучення і для поширення радіо-і телехвиль, порушення шляхів міграції птахів, кліматичні зміни внаслідок порушення природної циркуляції повітряних потоків.

Технічне використання сонячної енергії здійснюється в декількох формах: застосування низько - і високотемпературного обладнання, пряме перетворення сонячної енергії в електричну на фотоелектричні обладнанні.

Принциповими особливостями сонячного випромінювання є величезні потенційні ресурси (в 4000 разів перевищує прогнозовані потреби людства в 2020 році) і низька інтенсивність. Так, середньодобова інтенсивність сонячного випромінювання для середньої смуги європейської частини Росії становить 150Вт / м, що в 1000раз менше теплових потоків в котлах ТЕС. На жаль, поки не видно, якими шляхами ці величезні потенційні ресурси можна реалізувати у великих кількостях. Одним з найбільш важливих перешкод є низька інтенсивність сонячного випромінювання, що проблему необхідності концентрування сонячної енергії в сотні разів ще до того, як вона перетвориться в тепло. Практична реалізація концентрації сонячної енергії вимагає відчуження величезних земельних площ. Для розміщення сонячної електростанції (СЕС) потужністю 1000МВт (Ел) в середній смузі європейської частини необхідна площа при 10% ККД. в 67км2. До цього треба додати ще й землі, які будуть потрібні відвести під різні промислові підприємства, що виготовляють матеріали для будівництва і експлуатації СЕС.

Слід підкреслити, що матеріаломісткість, витрати часу і людських ресурсів в сонячній енергетиці в 500 разів більше, ніж в традиційній енергетиці на органічному паливі та в атомній енергетиці. Діюча в Криму СЕС потужністю 5 МВт спожила в 1988 році на власні потреби в 20 разів більше енергії, ніж справила.

Сьогодні жодне більш-менш велике місто не обходиться без власних електростанцій. Теплова електростанція - складне і велике господарство, часом вона займає територію в 70 га, крім головного корпусу, де розміщуються енергоблоки, тут розташовуються різні допоміжні виробничі установки і споруди, електричні розподільні пристрої, лабораторії, майстерні, склади і т.д. Генератори теплових електростанцій виробляють струм напругою в десятки кіловольт. Потужність теплоелектростанцій сьогодні досягає сотень МВт. У США існує ТЕС потужністю 1,2-1,5 млн. КВт і більше. У нашій країні від них надходить до споживачів найбільша частина одержуваної електроенергії (69%). Особливий вид теплових електростанцій - теплоелектроцентралі (ТЕЦ). Ці підприємства виробляють енергію і тепло одночасно, тому коефіцієнт корисної дії використовуваного палива у них досягає 70%, а у звичайних теплових електростанцій лише 30-35%. ТЕЦ завжди розміщують поблизу споживачів - в великих містах, так як передавати тепло (пару, гарячу воду) без великих втрат можна максимум на 15-20 кілометрів.

Розміщення електростанцій залежить від двох основних чинників - паливно-енергетичних ресурсів і споживачів енергії, тому теплові електростанції розміщуються в районах паливних баз при наявності низькокалорійного палива - його не вигідно далеко перевозити. Якщо ж електростанції використовують висококалорійне паливо, яке витримує далекі перевезення (природний газ), вони будуються ближче до місць споживання електроенергії.

Теплова енергетика має великий вплив на навколишнє середовище, забруднює воду і атмосферне повітря. Найбрудніша і екологічно небезпечна - вугільна електростанція. При потужності в 1 млрд. Вт вона щорічно викидає в атмосферу 36,5 млрд. Куб. метрів гарячих газів, що містять пил, шкідливі речовини і 100 млн. куб. метрів пара. У відходи йдуть 50 млн. Куб. метрів стічних вод, в яких міститься 82 тони сірчаної кислоти, 26 тон хлоридів, 41 тонна фосфатів і 500 тон твердої вапна. До всіх цих викидів необхідно додати вуглекислий газ - результат згоряння вугілля. Нарешті, залишається 360 тисяч тонн золи, яку доводиться складувати. В цілому для роботи вугільної електростанції щорічно потрібно 1 млн. Тонн вугілля, 150 млн. Кубічних метрів води і 30 млрд. Кубічних метрів повітря. Якщо врахувати, що такі електростанції працюють десятиліттями, то їх вплив на навколишнє середовище можна порівняти з вулканічною діяльністю. Кожне велике місто має кілька подібних «вулканів». Наприклад, енергією і теплом Москву забезпечує 15 теплоелектроцентралей. Протягом 20-го століття теплові електростанції істотно підвищили концентрацію ряду газів в атмосфері. Так, концентрація вуглекислого газу зросла на 25% і продовжує щорічно збільшуватися на 0,5%, удвічі зросла концентрація метану і збільшується на 0,9% в рік, постійно зростають концентрації оксидів азоту і двоокису сірки. Насичений парами повітря роз'їдає будівлі і споруди, раніше стійкі сполуки стають нестійкими, нерозчинні речовини переходять в розчинні і т.д. Надмірне надходження поживних речовин у водойми веде до їх прискореного «старіння», хворіють лісу, підвищується рівень напруги електромагнітних полів. Все це надзвичайно негативно позначається на здоров'ї людей, ризик передчасної смерті збільшується. Крім того, підвищений вміст вуглекислого газу і метану в атмосфері є однією з причин виникнення парникового ефекту.

**Основні показники країн, що розвивають теплоенергетику**

| Показник | Франція | Швеція | Японія | Німеччина | Великобританія | США | Росія |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| На душу населення, т | | | | | | | |
| Діоксид вуглецю $CO^2$ | 5.6 | 6.74 | 1.5 | 1.8 | 1.28 | 2.56 | 0.7 |
| Оксид сірки, $SO^2$ | 0,13 | 0,16 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,06 | 0,01 |
| Оксид азоту, $NO_2$ | 0,08 | 0,1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,005 |
| Зола | 0,42 | 0,4 | 0,13 | 0,12 | 0,1 | 0,17 | 0,06 |
| Шлаки | 0,08 | 0,08 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,01 |
| Зола, не зловлена фільтрами | 0,004 | 0,004 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,0006 |
| Вільні радіонукліди, Кі | 13,7 | 15,1 | 3,4 | 3,9 | 2,8 | 5,8 | 1,75 |

З таблиці абсолютно очевидно, що всі провідні країни, навіть при дуже розвиненою технології, не можуть позбутися величезних викидів, отруйних атмосферу. Оксид сірки, діоксид вуглецю, сприяють розвитку серцево-судинних і онкологічних захворювань, які по смертності є провідними в світі. Звертає на себе увагу той факт, що при роботі ТЕС так само, як і при роботі АЕС, утворюються радіонукліди, які на ТЕС ніяк уловлюються.

АЕС не виробляють вуглекислого газу, об'єм інших забруднень атмосфери в порівнянні з ТЕС також малий. Кількість радіоактивних речовин, що утворюються в період експлуатації АЕС, порівняно невелика. Протягом тривалого часу АЕС представлялися як найбільш екологічно чистий вид електростанцій і як перспективна заміна ТЕС, що впливають на глобальне потепління. Однак процес безпечної експлуатації АЕС ще не вирішене. З іншого боку, заміна основної маси ТЕС на АЕС для усунення їх вкладу до забруднення атмосфери в масштабі планети не здійсненна через величезні економічних витрат.

Чорнобильська катастрофа призвела до корінної зміни ставлення населення до АЕС в регіонах розміщення станцій або можливого їх будівництва. Тому перспектива розвитку атомної енергетики в найближчі роки неясна. Серед основних проблем використання АЕС можна виділити наступні.

**1.** Безпека реакторів. Всі сучасні типи реакторів ставлять людство під загрозу ризику глобальної аварії, подібної до Чорнобильської. Така аварія може статися з вини конструкторів, через помилки оператора або в результаті терористичного акту. Принцип внутрішньої зміщенності активної зони реактора в разі розвитку аварії за найгіршим сценарієм з розплавленням активної зони повинен бути непорушною вимогою при проектуванні реакторів. Ядерна технологія складна. Потрібні були роки аналізу і накопиченого досвіду, щоб просто усвідомити можливість виникнення деяких типів аварій.

Невизначеності щодо безпеки ніколи не будуть повністю вирішені заздалегідь. Велика їх кількість буде виявлено тільки під час експлуатації нових реакторів.

**2.** Зниження емісії діоксиду вуглецю. Вважається, що витіснення теплових електростанцій атомними допоможе вирішити проблему зниження викидів діоксиду вуглецю, одного з головних парникових газів, що сприяють потеплінню клімату на планеті. Однак, насправді, електростанції з комбінованим циклом на природному газі не тільки набагато економічніше, ніж АЕС, але і при одних і тих же витратах досягається значно більше зниження викидів діоксиду вуглецю, ніж при використанні атомної енергії з урахуванням усього паливного циклу (споживання енергії при видобутку і збагачення урану, виготовлення ядерного палива та інших витрат на «вході» і «виході»).

**3.** Зняття з експлуатації реакторів на АЕС. До 2010 р половина з працюючих в світі АЕС мала вік 25 років і більше. Після цього передбачається процедура зняття з експлуатації реакторів. За даними Всесвітньої ядерної асоціації (WNA), понад 130 промислових ядерних установок уже виведені з експлуатації, або очікують цієї процедури. І у всіх випадках виникає проблема утилізації радіоактивних відходів, які треба надійно ізолювати і зберігати тривалий термін в спеціальних сховищах. Багато експертів вважають, що ці витрати можуть зрівнятися з витратами на будівництво АЕС.

**4.** Небезпека використання АЕС для розповсюдження ядерної зброї. Кожен реактор виробляє щорічно плутоній в кількості, достатній для створення декількох атомних бомб. У відпрацьованому ядерному паливі (ВЯП), яке регулярно вивантажується з реакторів, міститься не тільки плутоній, а й цілий набір небезпечних радіаційних елементів. Тому МАГАТЕ намагається тримати під контролем весь цикл поводження з відпрацьованим ядерним паливом у всіх країнах, де працюють АЕС.

Примітивну атомну бомбу можна зробити з відпрацьованого ядерного палива будь-якої АЕС. Якщо для створення бомби необхідні складне виробництво, спеціальне обладнання та підготовлені фахівці, то для створення так званих брудних ядерних вибухових пристроїв - все набагато простіше, і тут небезпека дуже велика. При використанні такої «саморобки» ядерного вибуху, звичайно, не буде, але буде сильне радіоактивне зараження. Такі пристрої терористи і екстремісти можуть виготовити самостійно, придбавши на ядерному чорному ринку необхідні розщеплюють матеріали. Такий ринок, як це не прикро, існує, і атомна промисловість є потенційним постачальником таких матеріалів.

Прогрес не стоїть на місці і складно точно сказати, якою буде енергетика майбутнього. Але треба розуміти, що енергетика, так само як і будь-яка інша діяльність людини, надає певною мірою негативний вплив на навколишнє середовище. І уникнути його повністю, на жаль, неможливо. Але цілком реально докласти всіх зусиль, щоб мінімізувати збиток, що наноситься природі. Наприклад, вибирати ті технології (нехай і дорогі), які найбільш безпечні для навколишнього середовища. Так, гідроенергетика, яка єдина в таких масштабах використовує поновлюване джерело енергії - воду - не дивлячись на ряд недоліків з точки зору екології, приносить все ж мінімальної шкоди навколишньому середовищу в порівнянні з іншими електроенергетичними об'єктами.

**Список використаних джерел**

1. Андрейцев А.К. Основи екології: підручник / А.К. Андрейцев. – К.: Вища шк., 2001. – 358 с.

2. Безюк А.І. Енергетика: сьогодні і завтра / А.І. Безюк. – К. Вища шк., 1992.

3. Володин В.В. Энергия, век двадцать первый: научно-художественная литература / В.В. Володин, П.М. Хазановский. – М.: Детская литература, 1989. - 142 с.

4. Тулуб С.Б. Проблеми сучасної енергетики: навчальний посібник / Тулуб С.Б., Разумний Ю.Т., Рухлов А.В. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – Ч. 1. – 192 с.

5. Юдасин Л. С. Энергетика: проблемы и надежды / Л. С. Юдасин. – М.: Просвещение, 1990. – 205 с.

*Anotation. The article is devoted to the analysis of rational methods of obtaining energy and their characteristics, study and compare how they work. The main source of electric power product, their impact on the environment and areas of use.*

*Keywords: electricity, power, energy.*

УДК 371. 16. 036: 75

**Григорчук А.С.**, студент 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Атаманчук П.С.**, доктор педагогічних наук, професор

## ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ЙОГО РОЛЬ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

*Дана стаття присвячена організації навчального фізичного експерименту. Наводиться приклад реалізації лабораторної роботи із залученням комп'ютера.*

*Ключові слова: навчальний фізичний експеримент, осцилограф, звуковий генератор, звукова карта, програмаемулятор, лабораторна робота.*

Фізика - наука експериментальна. Оскільки між фізикою - наукою і фізикою - навчальним предметом існує тісний зв'язок, процес навчання фізики полягає в послідовному формуванні нових для студентів фізичних понять і теорій на основі небагатьох фундаментальних положень, що опираються на дослід. У ході цього процесу знаходить відображення індуктивний характер встановлення основних фізичних закономірностей на базі експерименту і дедуктивний характер виведення наслідків із встановлених таким чином закономірностей з використанням доступного для студентів математичного апарату.

Використання експерименту в навчальному процесі з фізики дозволяє:

- показати явища, що вивчаються, в педагогічно трансформованому вигляді і тим самим створити необхідну експериментальну базу для їх вивчення;
- проілюструвати встановлені в науці закони і закономірності в доступному для студентів вигляді і зробити їх зміст зрозумілим для студентів;
- підвищити наочність викладання;
- ознайомити учнів з експериментальним методом дослідження фізичних явищ;
- показати застосування фізичних явищ, що вивчаються, в техніці, технологіях та побуті;
- посилити інтерес студентів до вивчення фізики;
- формувати політехнічні та дослідно-експериментаторські навички.

Пройшовши тривалий шлях розвитку, фізичний експеримент перетворився з окремих дослідів у струнку систему навчального експерименту, яка охоплює такі його види:

1) демонстраційні досліди, виконувані вчителем;
2) фронтальні лабораторні роботи;
3) роботи фізичного практикуму;
4) експериментальні задачі;
5) позакласні досліди,

У час науково-технічного прогресу й переходу до нового змісту освіти помітно зростає роль експерименту в навчанні фізики в навчальних закладах. Система демонстраційних, фронтальних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт та фізичного практикуму сприяє глибшому й усебічному засвоєнню програмного матеріалу, допомагає студентам ознайомитись з принципами вимірювання фізичних величин, оволодіти способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок.

Правильно організований фізичний експеримент служить також і діючим засобом виховання таких рис характеру особистості, як наполегливість, в досягненні поставленої мети, дбайливість, старанність в одержанні фактів, акуратність в роботі, вміння спостерігати, виділяти суттєві ознаки і т. д.

Невід’ємною частиною навчання і виховання студентів є виконання лабораторних робіт. При правильній організації занять лабораторні роботи допомагають виявити фізичний зміст навчального матеріалу, виробляють практичні навички, виховують акуратність, відповідальне відношення до роботи, дотримання правил техніки безпеки. Навички і вміння, одержані в процесі виконання лабораторних робіт, допомагають швидше адаптуватися в умовах виробництва. Виконання лабораторних робіт має побудоване так, щоб це було дослідження, а його результат – невеличкий крок до пізнання істини. Без експерименту неможливо уявити розвиток сучасної науки. Сьогодні експериментальні дослідження є настільки важливим, що розглядаються як одна з основних форм практичної діяльності. За допомогою експерименту досліджують властивості реальних об'єктів у різних умовах. А вміння проводити експериментальні дослідження необхідно фахівцям різних галузей. Проведення експерименту передбачає використання вимірювань. Вимірювання є основним засобом об'єктивного пізнання оточуючого світу. Вимірювати різні фізичні величини, користуватися вимірювальними приладами, необхідно як інженеру-механіку, електрику так і агроному чи ветеринару. Контрольно-вимірювальні прилади використовуються в усіх галузях економіки і виробництва.

Оскільки сучасна методика фізики пропонує велику кількість демонстрацій з кожної теми курсу фізики, перед викладачем завжди виникає проблема відбору дослідів при підготовці до кожного конкретного уроку. За наявності кількох варіантів дослідів слід відібрати ті, які: - найповніше відповідають темі та дидактичним цілям уроку; - найефективніше вписуються в логічну структуру уроку; - найбільш виразно ілюструють явище чи фізичну теорію; - можуть бути відтворені на найпростішому обладнанні ( але без втрати ефективності). Навчальний експеримент з фізики допомагає реалізувати різноманітні дидактичні цілі, розвивати мислення і самостійність тих, хто навчається, формувати у кожного з них активну позицію у навчально-пошуковому процесі. Тому процес навчання фізики завжди спирався на експериментальну основу та застосування спеціально створеного для його реалізації навчального обладнання [6]. Однак нині як шкільні кабінети фізики, так і фізичні лабораторії вищих навчальних закладів дуже часто не оснащені обладнанням, необхідним для проведення повноцінного навчального фізичного експерименту. Прилади потребують заміни не лише через несправність, але й через моральну застарілість. Та внаслідок низького рівня фінансування учбових закладів заміна обладнання найчастіше виявляється неможливою. Світова фінансова криза та її вплив на українські реалії позбавляє науковців та педагогів останньої надії на те, що в найближчі роки проблема відсутності необхідного приладдя у лабораторіях буде вирішена на державному чи місцевих рівнях. Ця проблема є актуальною для багатьох шкіл Полтави та Полтавської області, а також для кафедри загальної фізики Полтавського державного педагогічного університету імені В.Г.Короленка. А тому постає питання необхідності пошуку шляхів постановки демонстраційних експериментів та лабораторних робіт при мінімальних витратах, а отже, без придбання нових дорогих, зазвичай імпортних, приладів. Дана стаття ставить на меті розглянути різні підходи щодо організації навчального експерименту з фізики, виявлення їх переваг та недоліків, а також можливість їх впровадження у навчальні заклади України з огляду на відповідність педагогічній меті та сучасному стану науки і техніки, наочність, складність реалізації, а також рівень необхідних для цього видатків та, послуговуючись одержаними результатами, запропонувати оптимальний спосіб постановки фізичних демонстрацій та лабораторних робіт. Тотальна комп'ютеризація всіх сфер діяльності людини, в тому числі й освітньої галузі, підштовхує до розв'язання завдання забезпечення учбового закладу ефективно діючою системою навчального фізичного експерименту саме за рахунок використання можливостей сучасних електронно-обчислювальних машин (ЕОМ). Слід зауважити, що комп'ютер з високими параметрами швидкодії теж коштує чималих грошей. Проте навіть ціна машини, що має достатньо хорошу комплектацію, не в змозі перевищити вартість сучасного цифрового осцилографа. Тож варто розібратися, чи може ЕОМ замінити цей прилад у фізичній лабораторії школи або вищого навчального закладу. Навіть поверхневий аналіз подібних апаратів приводить до висновку про суттєву перевагу їх застосування на заняттях з фізики перед традиційними приладами. Відображення форми сигналу на дисплеї ЕОМ відкриває широкі перспективи використання цього обладнання під час демонстраційного експерименту на заняттях з фізики. Дисплей сучасного комп'ютера значно більший, ніж будьякого апаратного осцилографа. До того ж зображення може бути спроектоване за допомогою мультимедійного проектора на великий екран. Це збільшує читабельність експерименту і дозволяє демонструвати його достатньо великій аудиторії слухачів. Аналогічно до осцилографів існує велика кількість інших приладів та датчиків, що підключаються до портів ЕОМ, від яких сигнал надходить до комп'ютера та обробляється за допомогою спеціально створеного програмного забезпечення. Денисенко О.І. у серії статей, присвячених комп'ютеризації процесу викладання фізики, наголошує на тому, що комп'ютер повинен використовуватися для збирання й обробки інформації про стан датчиків під час експерименту, синхронізації часу виміру фізичних величин, оперативної графічної візуалізації отриманої експериментальної інформації, її збереження і систематизації [2]. Автор пропонує доукомплектувати ЕОМ спеціалізованим периферійним пристроєм, що містить у якості основних функціональних елементів аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі й забезпечує інформаційний зв'язок з вимірювальними фізичними приладами та керованими пристроями [2, 3].

**Список використаних джерел**

1. Городенко М.М. Комп'ютерне моделювання досліду Резерфорда / [Городенко М.М., Сьомкін В.С., Калімбет А.З., Кисельов М.С. ] // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2001. – Т. – С. 88-89.

2. Денисенко О.І. Застосування комп'ютерної техніки при викладанні фізики / О.І.Денисенко // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2002. – Т. 2. – С. 108-110.

3. Денисенко О.І., Ковтун В.В. Комп'ютеризація лабораторного практикуму з фізики / О.І.Денисенко // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003. – Т. 2. – С. 84-87.

4. Дмитриева Е.А. Использование компьютерной модели опыта Милликена при изучении дискретно электрического заряда / Дмитриева Е.А., Кадченко В.Н. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2001. – Т. 2. – С. 125-127.

5. Кислицын А.П. Компьютерное моделирование некоторых физических объектов, явлений и процессов / Кислицын А.П., Комозынский П.А., Падалка В.Г. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2001. – Т. 2. – С. 160-162.

6. Подопригора Н.В. Сучасні засоби експериментування у підготовці майбутнього вчителя фізики / Подопригора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. // Збірника наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія педагогічна: Підручники фізики та астрономії (вища і середня школи) як основні засоби реалізації освітніх стандартів. Цілеспрямованість забезпечення організаційно-управлінських функцій в підручниках фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2007. – Вип. 13.

7. Разумовский В.Г. ЭВМ и школа: научно-педагогическо обеспечение / В.Г. Разумовский // Сов. педагогика. – 1985. – № 9. – С. 12-16.

*This article focuses on the educational physical experiment. An example of the laboratory work involving the computer.*

*Keywords: educational physical experiment, oscilloscope, a sound generator, sound card, prohramaemulyator, laboratory work.*

УДК 373.5.016:51

**Давибіда Т.О.,** студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Ю.Л.,** кандидат педагогічних наук, доцент

## МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЗВИЧАЙНИХ ДРОБІВ В КУРСІ МАТЕМАТИКИ 5 КЛАСУ

*У статті розкрито методику вивчення звичайних дробів та операцій додавання і віднімання над ними у курсі математики 5 класу.*

*Ключові слова: дробові числа, дріб, звичайний дріб, чисельник, знаменник.*

**Актуальність дослідження.** В школу зазвичай дитина приходить, маючи уявлення про натуральні числа. У процесі вивчення математики поняття про число поступово розширюється. Це пов'язано з практичним застосуванням чисел – вимірюванням величин. Для цих цілей натуральних чисел виявляється недостатньо: не завжди одиниця величини вкладається ціле число раз у вимірюваній величині. Для того щоб висловити результат будь-якого вимірювання, необхідно розширити запас чисел, ввівши нові числа, відмінні від чисел натуральних. Саме так з'являються раціональні (тобто дробові) числа, а потім і ірраціональні, які разом утворюють безліч дійсних чисел. На цьому розширення поняття про число не зупиняється, а продовжується, оскільки це необхідно для інших наук і самої математики.

Знайомство з поняттям дробового числа відбувається, як правило, в початкових класах. Потім поняття дробу розширюється і поглиблюється. У зв'язку з цим, вчителю необхідно добре володіти методами ознайомлення з дробовими числами, навчанням операцій додавання і віднімання над ними, навчанням бачити взаємозв'язки між множинами натуральних і раціональних чисел, і, в кінцевому рахунку, повноцінному засвоєнню поняття раціонального числа. Нерідко дії з дробами викликають серйозні труднощі навіть у старшокласників і студентів. Тому проблема надійного і точного засвоєння поняття дробу і властивостей дробів є актуальною.

**Мета дослідження** полягає в тому, щоб розробити методику вивчення звичайних дробів в курсі математики 5 класу.

**Аналіз актуальних досліджень.** У Європі вперше термін «дріб» ввів Фібоначчі (1202) (Леонардо Пізанський). Повноцінна теорія звичайних дробів і дій з ними склалася в XVI столітті, завдяки італійському ученому Нікколо Тарталья і німецькому математику Клавіусу. Термін дріб, уперше застосовано в «Арифметиці» Л. Магницького (1703), у цій праці звичайним дробам присвячено всю другу частину першої книги.

Також над методикою вивчення звичайних дробів працювали: Бевз Г.П., Слєпкань З.І., Тарасенкова Н.А., Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С.

**Виклад основного матеріалу.** Питання про те з яких дробів звичайних чи десяткових доцільно починати вивчення дробових чисел в школі є досить дискусійним. Уже більше ста років одні методисти пропонують спочатку вивчати звичайні дроби, а потім десяткові, інші – навпаки, спочатку десяткові, а потім звичайні.

У наших загальноосвітніх школах довгий час спочатку вивчали звичайні дроби, а потім десяткові. Прихильники такої послідовності вивчення дробових чисел наводять такі аргументи:

1) десятковий дріб є видом звичайного дробу, і щоб дати означення десяткового дробу, треба спочатку дати поняття про звичайний дріб;

2) якщо починати з вивчення десяткових, то при множенні і діленні виникнуть труднощі і неминуче знизиться науковий рівень викладання.

Однак інші методисти вважають, що краще починати з десяткових дробів.

Ця дискусія ще не закінчилась, хоч тепер, як і раніше, учні спочатку розглядають звичайні дроби і лише потім – десяткові [1].

Аналіз підручників із математики для 5 класу показав, що вони не повністю відповідають рівневому навчанню.

У зв’язку з тим, що школа перейшла до рівневого навчання потрібно розробляти більше рівневих завдань для тематичного оцінювання учнів. Наприклад,

Тематична контрольна робота з теми «Звичайні дроби»

I рівень.

У завданнях 1-6 виберіть правильну відповідь.

1. Із 28 учнів 5 класу 13 відвідують математичний гурток. Яка частина учнів класу відвідує математичний гурток?

а) $\frac{1}{28}$;  б) $\frac{5}{13}$;  в) $\frac{13}{28}$;  г) $\frac{5}{28}$.

2. Як називають соту частину дециметра?

а) Сантиметр;  б) Кілометр;  в) Метр;  г) Міліметр.

3. У класі 28 учнів, з них $\frac{4}{7}$ становлять хлопчики. Скільки хлопчиків навчається в класі?

а) 16;  б) 21;  в) 49;  г) 24.

4. Який з дробу менший від дробу $\frac{7}{11}$?

а) $\frac{5}{11}$;  б) $\frac{3}{11}$;  в) $\frac{6}{11}$;  г) $\frac{8}{11}$.

<u>II рівень</u>

5. Яке з наведених чисел не задовольняє нерівність $\frac{2}{7} < x < 1$?

а) $\frac{3}{9}$;  б) $\frac{6}{7}$;  в) $\frac{5}{7}$;  г) $\frac{8}{7}$.

6. Який з наведених неправильних дробів можна записати у вигляді натурального числа?

а) $\frac{14}{4}$;  б) $\frac{16}{8}$;  в) $\frac{20}{8}$;  г) $\frac{34}{10}$.

7. Значення якого з наведених виразів дорівнює $1\frac{2}{7}$?

а) $2 - 1\frac{2}{7}$;  б) $2 - \frac{2}{7}$;  в) $\frac{4}{7} + \frac{5}{7}$;  г) $\frac{1}{7} + \frac{1}{7}$

<u>III рівень</u>

8. Обчисліть значення виразу $12\frac{2}{11} - \left(5\frac{6}{11} + 1\frac{8}{11}\right)$.

9. Основа рівнобедреного трикутника дорівнює 12 см і становить $\frac{3}{11}$ периметра трикутника. Знайдіть бічну сторону трикутника.

<u>IV рівень</u>

10. При яких натуральних значеннях $x$ дріб $\frac{3x-2}{8}$ дорівнює 2?

**Висновки.** Результати експериментального дослідження показали, що використання такої методики в школі забезпечує більш високий рівень засвоєння учнями навчального матеріалу, сприяє розвитку в учнів стійкого інтересу до вивчення математики, виховує потребу в самовдосконаленні, прагненні до самопізнання. Тому можна говорити про доцільність впровадження такої методичної системи в навчальний процес.

**Список використаних джерел**


1. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч.посібник.– 3-тє вид., перероб. і допов. / Г.П. Бевз – К.: Вища школа, 1989. – 367 с.
2. Мерзляк А.Г. Математика: підручник для 5 класу. / А.Г. Мерзляк, В.В. Полонський, М.С. Якір. – Х.: Гімназія, 2013. – 352 с.
3. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: підручн. для студ. мат. спеціальн. пед. навч. закладів / З.І. Слєпкань. – К.: Зодіак-ЕКО, 2000. – 512 с.



*Annotation. In the article the method of studying common fractions and addition and subtraction operations on them in the course of 5 math class.*



*Keywords: fractional numbers, fractions, common fraction, the numerator, denominator.*

УДК 004.421

**Доротюк В.М.**, студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Іванюк В.А.**, кандидат технічних наук, доцент

# АДАПТИВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ВОЛЬТЕРРИ ІІ РОДУ

*У статті розглядаються проблема створення адаптивних методів розв'язування інтегральних рівнянь Вольтерри ІІ роду. Розроблено програмні засоби, які протестовано на модельних прикладах.*

*Ключові слова: адаптивні методи, моделювання, сингулярні інтегральні рівняння, оператор Вольтерри, Matlab.*

Створення програмних засобів комп'ютерного дослідження динамічних систем на основі інтегральних моделей являє собою досить складну задачу у зв'язку з необхідністю розробки ефективних алгоритмів. Вимоги щодо збільшення точності при отриманні розв'язків інтегральних рівнянь приводять до необхідності розробки адаптивних алгоритмів. Якщо розв'язок інтегральних рівнянь швидко змінюється на інтервалі інтегрування, тоді для їхнього розв'язування доцільно застосовувати адаптивні алгоритми, які оптимізують сітку апроксимації відповідно до поведінки розв'язків.

**Метою статті** є створення адаптивних алгоритмів розв'язування інтегральних рівнянь Вольтерри ІІ роду.

*Метод квадратур.* Розглянемо лінійне інтегральне рівняння Вольтерри ІІ роду

$$y\ (x) - \int_0^x K(x,s)y(s)ds = f\ (x). \tag{1}$$

де $K(x,s)$ — ядро інтегрального рівняння; $f(x)$ — вільний член, $y(x)$ — шукана функція.

Алгоритми на основі методу квадратур достатньо ефективні при розв'язанні інтегральних рівнянь ІІ роду, зокрема в задачах чисельного аналізу динаміки технічних об'єктів. Згідно методу квадратур для рівнянь виду (1) отримується алгебраїчна система

$$y(x_i) + \sum_{j=0}^{n-1} Ah \cdot K(x_i, x_j) y(x_j) ds = f(x_i), \tag{2}$$

де $A$ – метод інтегрування, $h$ – крок інтегрування.

Використання формули трапецій для розв'язання систем інтегральних рівнянь Вольтерри ІІ роду ефективне на невеликому проміжку та у випадку використання дрібного кроку апроксимації.

*Адаптивні алгоритми*. Для розв'язання задач із швидкозмінними ділянками шуканих розв'язків ефективими є адаптивні алгоритми, які адаптують сітку апроксимації відповідно до поведінки розв'язків системи. Алгоритми полягають в наступній послідовності дій:

1) при відомих значеннях шуканих функцій $y_r$ в точках $x_i$ за допомогою деякого чисельного методу обчислюють значення $y_r$ в точці $x_{i+1}$ з кроком $h$;

2) обчислюють значення $y_r$ в точці $x_{i+1}$ з кроком $h/2$ (для перевірки необхідності ущільнення кроку) та з кроком $2h$ (для перевірки можливості розрідження кроку);

3) якщо значення шуканих функцій, отриманих на першому та другому кроках, відрізняються менш ніж на $\varepsilon$ (допустиме значення похибки), то застосувавши до них поправку Річардсона,

$$I = \frac{rpI_{rh}}{r^p - 1}, \tag{3}$$

заносять отриману величину в таблицю значень шуканих функцій; в іншому випадку крок $h$ ділять навпіл, або збільшують вдвічі і процес повторюється з кроку 1.

*Програмний засіб.* Розроблено програмний *Volt_II_Rect_a*, який дозволяє розв'язувати інтегральні рівняння Вольтерри II роду з використанням адаптивних алгоритмів. Синтаксис програмого модуля:

*function [ y,x ] = Volt_II_Rect_a(K,f,a,b,h,delta)*

*K* – ядро інтегрального рівняння;

*f* - шукана функція;

*a,b* – проміжок інтегрування;

*h* – початковий крок;

*delta* – бажана точність;

*y(x)* – розв'язок інтегрального рівняння.

*Обчислювальний експеримент.* З використанням розробленого модуля проведено ряд обчислювальних експериментів, зокрема:

$$y(x) - \int_0^x 2e^{x-s} y(s)ds = \sin x .$$

Точний розв'язок даного рівняння:

$$y(x) = 1/5e^{3x} - 1/5\cos x + 2/5\sin x.$$

Розв'язок рівняння приведено на рис.1.

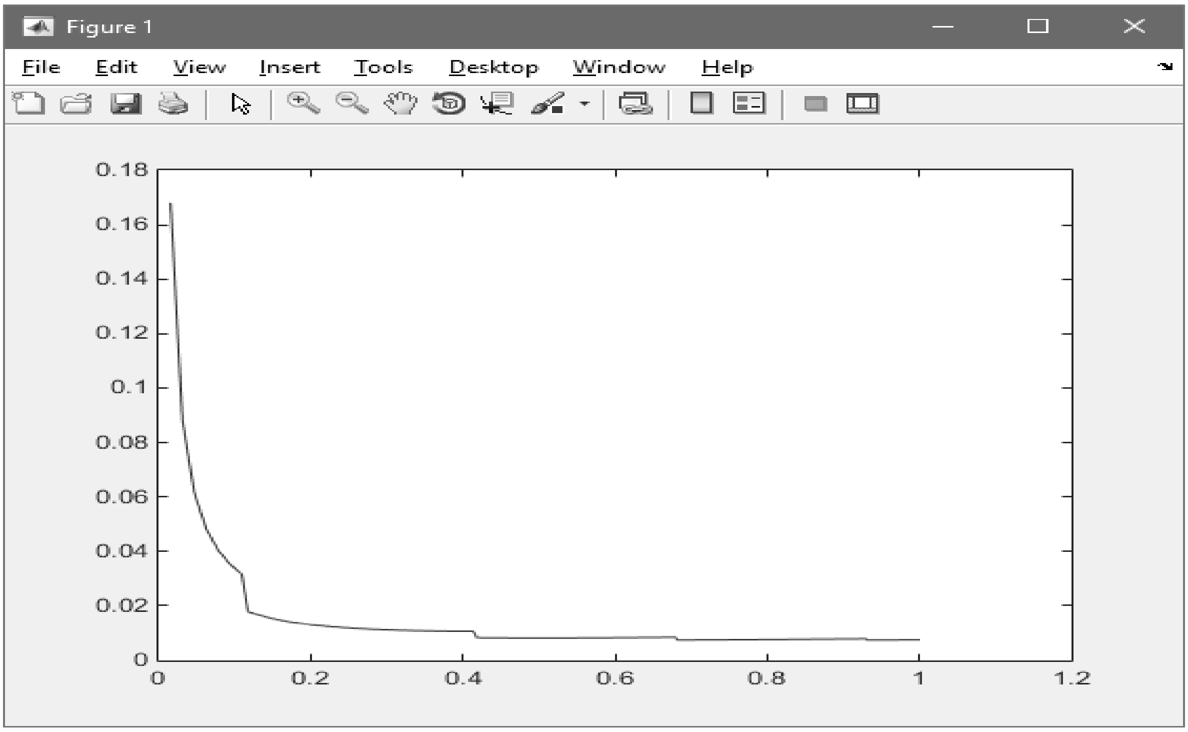



*Рис. 1. Розв'язок інтегрального рівняння*

**Висновки.** Аналіз методів розв'язання інтегральних рівнянь Вольтерри засвідчив, що для створення ефективних програмних засобів перспективним є метод квадратур, зокрема, метод трапецій. Для інтегрування швидкозмінних на інтервалі інтегрування функцій ефективними є адаптивні методи.

**Список використаних джерел**

1. Верлань А.Ф. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы/ А.Ф. Верлань, В.С. Сизиков – К.:Наук. думка, 1986. – 542 с.

2. Верлань А.Ф. Комп'ютерне моделювання в задачах динаміки електромеханічних систем / А.Ф. Верлань, В.А. Федорчук, В.А. Іванюк; НАН України, Ін-т пробл. моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – Кам'янець-Подільський:Кам'янец-Поділ. Нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2010. – 203 с.

3. Федорчук В.А. Інтегральні рівняння в задачах математичного моделювання / В.А. Федорчук, В.А. Іванюк, А.Ф. Верлань. – Кам'янець-Подільський : Кам'янец-Поділ. Нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2014. – 144 с.

*The article deals with the problem of creating adaptive methods for Volterra integral equations of the second kind. Developed software that has been tested on model examples.*

*Keywords: adaptive, modeling, singular integral equations, Volterra operator, Matlab.*

УДК 371. 16. 036: 75
**Іваніцька О.О.,** студентка 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Губанова А.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ В ХОДІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ

*У статті обґрунтовано ідеї впровадження проблемного навчання у підготовці майбутніх викладачів вищих навчальних закладів. А також розглянуто систему прийомів та форми викладання проблемного навчання для вирішення актуальних завдань сучасної освіти.*

*Ключові слова: проблемне навчання, проблемні завдання, проблемна лекція, проблемна ситуація, принцип проблемності, проблемна технологія*.

Перехід світового освітнього простору до інформаційного періоду розвитку суспільства вимагає інноваційного підходу до організації навчально-виховного процесу у вищих навчальних закладах. Провідне завдання вищої професійної освіти – підготовка конкурентоспроможних, компетентних фахівців, які здатні аналізувати величезні інформаційні потоки, креативно мислити, самостійно приймати рішення, прагнути до самоосвіти і самовдосконалення. Традиційні методи викладання, в яких акцент робиться на репродуктивну діяльність, не здатні забезпечити достатній рівень підготовки майбутніх фахівців до професійної діяльності.

Саме тому, ідея проблемності навчання має глибокі історичні й науково-теоретичні корені. Окремі елементи проблемності були представлені в дидактичних системах минулого, ще до виникнення терміна "проблемне навчання".

Перші ідеї проблемного навчання розглядались в роботах американського філософа, психолога та педагога Дж. Дьюї – навчання через дію («Школи майбутнього» 1922 р., «Школа і дитина» 1923 р., «Школа і суспільство 1925 р.) та американського психолога Дж. Брунера – навчання через дослідження («Процес навчання» 1960 р.).

Аналізуючи наукові розробки і публікації можна відзначити, що проблемному навчанню приділяли увагу такі науковці як В. Бондар, В. Галузинський, М. Євтух, О. Євдокимов, О. Киричук, І. Лернер, А. Матюшкін, М. Махмутов, Н. Ничкало, В. Сластьонін, Д. Чернилевський. Входження національної системи освіти до спільного європейського простору висуває вимоги вищим навчальним закладам: вдосконалення змісту та структури, форм і методів підготовки майбутніх фахівців; впровадження інноваційних технологій навчання, а також використання методів проблемного навчання.

Оскільки ефективність навчання на будь-якому етапі слід оцінювати за рівнем інтелектуального розвитку особистості, то реалізація на практиці ідеї взаємозв’язку навчання з науковим пошуком породила своєрідну дидактичну систему, яку назвали проблемним навчанням, а основні її елементи – навчальна, наукова проблема і проблемна задача.

У процесі фахової підготовки майбутнього вчителя передбачається вирішення двох основних питань. По-перше, яким чином перевести студента з об'єкта у суб'єкт навчання, тобто з'ясувати, в якій мірі є необхідним педагогічне втручання викладача в процес опанування студентом знань і набуття ним професійних вмінь і навичок. По-друге, за допомогою яких психологічно виправданих засобів (форм та методів) це втручання здійснювати, щоб забезпечити більш високу якість проміжних та кінцевих цілей навчання та виховання.

Проблемне навчання – це така організація навчального процесу що передбачає застосування проблемних ситуацій, вирішення студентами певних проблем. Проблемна ситуація в навчанні – це пізнавальна трудність, для подолання якої студенти повинні здобути нові знання або докласти інтелектуальних зусиль. Проблемна навчання передбачає розв’язання нестандартних завдань, в ході яких студенти засвоюють нові знання, здобувають нові вміння і навички. Розрізняють чотири основні форми проблемного навчання:

1) Проблемний виклад навчального матеріалу в монологічній формі лекції чи діалогічній формі семінару.

2) Проблемний виклад матеріалу на лекції, коли викладач ставить проблемні запитання чи проблемні завдання і сам їх вирішує, а студенти лише уявно підключаються до пошуку рішень.

3) Частково-пошукова діяльність у ході виконання експерименту, лабораторних робіт, проблемних семінарів, евристичних бесід.

4) Самостійна дослідна діяльність, коли студенти самостійно формулюють проблему і розв’язують її. Прикладом такої діяльності може бути курсова чи дипломна робота.

Як вказує М. Махмутов, проблемне навчання – це організований викладачем спосіб активної взаємодії студента з проблемно-представленим змістом навчання, у ході якого він залучається до об’єктивних протиріч наукового знання та способів їхнього розв’язання, навчається мислити, творчо засвоювати знання. Тобто, проблемне навчання ґрунтується не на передачі готової інформації, а на отриманні певних знань та вмінь шляхом вирішення теоретичних і практичних проблем. Проблемне навчання передбачає створення проблемних ситуацій, усвідомлення, прийняття та розв'язання цих ситуацій в процесі спільної діяльності викладача та студентів. Отже, проблемне навчання сприяє реалізації таких навчальних цілей: – сформувати у студентів необхідну систему знань, дослідницьких умінь та навичок;– досягти високого рівня розвитку здібностей студентів до самоосвіти, самовдосконалення; – сформувати особливий стиль розумової діяльності, дослідницьку активність та самостійність студентів. Розглянемо сутність методу проблемного викладу навчального матеріалу. Вона полягає в тому, що необхідною умовою його реалізації є проблемна інтерпретація наукової, навчальної інформації

Проблемне навчання є сукупністю прийомів, які відбивають три види зв'язків: викладач-інформація, студент-інформація та викладач-студент. Залежно від типу відповідності цих трьох зв'язків, всі методи проблемного навчання можна поділити на три різнорівневі групи.

Ефективність проблемного навчання залежить від майстерності викладача, але в більшій мірі від готовності до проблемного навчання самих студентів. Передумовою успішності проблемного навчання є сформованість у викладача прийомів реконструювання навчальної інформації, прийомів викладання та сформованості основних навчальних вмінь у студентів. Такими прийомами навчання в процесі вивчення дисциплін у вузі є: аналіз, порівняння, доведення, узагальнення, висування гіпотез, перенос знань у нову ситуацію, пошук аналогій, вибір способів діяльності, інтерпретація та оформлення результатів. Основні позитивні сторони проблемного методу навчання полягають у тому, що він розвиває розумові здібності студентів; викликає в них інтерес до навчання і сприяє виробленню мотивів і мотивації навчально-пізнавальної діяльності; пробуджує творчі здібності студентів; виховує самостійність, активність студентів; сприяє формуванню всебічно розвинутої особистості, спроможної вирішувати майбутні професійні та життєві проблеми.

У проблемному навчанні принцип проблемності реалізується, по-перше, у змісті навчального предмету – це досягається розробкою системи проблем, що відображають основний зміст економічних дисциплін; по-друге, під час розкриття змісту економічних дисциплін у навчальному процесі вузу – це досягається побудовою проблемного навчання за діалогічним типом, де і викладач, і студент проявляють інтелектуальну активність, ініціативу, вони зацікавлені в обміні судженнями, обговорюють альтернативні варіанти вирішень проблемних завдань.

Головне завдання викладача не вчити, а допомагати - в процесі аналізу й осмислення інформації для того, щоб у кожного сформувалася власна думка щодо вирішення досліджуваної проблеми. У ході проблемної лекції викладач висуває проблему, створюючи пізнавальне утруднення і, у ході міркування, розкриває перед можливі шляхи розв'язання навчальної проблеми. Проблемний виклад навчального матеріалу дозволяє активізувати навчально-пізнавальну діяльність, сприяє росту зацікавленості навчальним предметом, розвиває аналітичне мислення.

Проблемне навчання у ході семінарських і практичних занять може включати систему методів і прийомів, у ході застосування яких знання, уміння та навички формуються в результаті мисленнєвої діяльності з вирішення проблемних питань і ситуацій, розв'язання проблемних завдань.

Проблемна ситуація виникає, тоді коли є пізнавальна потреба та інтелектуальні можливості вирішити задачу, при наявності утруднення, протиріччя між старим й новим знанням, відомим та невідомим, умовами й вимогами. При цьому попередній досвід не містить готового алгоритму, який би стався у нагоді. Для подолання цих труднощів необхідно розробляти нову, відмінну від попередньої стратегію дій.

Одним із психологічних структурних елементів проблемної ситуації є інформаційно-пізнавальна суперечність, без якої проблемна ситуація неможлива.

Отже, різні форми проблемного навчання створюють необхідні умови для розвитку мислення, навчають критичному мисленню, творчому підходу до вирішення проблеми. Застосування творчих, проблемних завдань у процесі підготовки майбутніх учителів розвиває у студентів креативність, сприяє підвищенню рівня читацьких умінь, інтересу до вивчення економічних дисциплін, що сприяє формуванню економічної компетентності педагогів.

Рівень ефективності занять за проблемною технологією залежить від професійної компетентності, методичної грамотності викладача, потенційних можливостей студентів. Проблемне навчання використовується при викладанні багатьох предметів, оскільки примушує думати, творчо підходити до самостійного розв'язання проблеми, сприяє розвитку якостей сучасного фахівця.

**Список використаних джерел**

1. Гулай О.І. Перспективи впровадження проблемного навчання у вищих навчальних закладах // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. – 2009. - № 3. - С. 170-178.

2. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения/ Исаак Яковлевич Лернер. – М.: Педагогика, 1981. – 186 с.

3. Махмутов М. И. Принцип проблемности в обучении / М.И.Махмутов // Вопросы психологии. – 1984. – № 5. – С. 30–36.

4. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. - М., 1972.

5. Снісар О.А. Значення психолого-педагогічних якостей викладача вищої школи для організації ефективного навчання на засадах проблемності // Вісник Черкаського університету. – 2009. – № 165. – С. 117–120.

*In the article the idea of introducing problem-based learning in training future academics. And consider a system of methods and forms of teaching problem-based learning to solve actual problems of modern education.*

*Keywords: problem learning, problematic tasks, problem lectures, problem situation, problem technology.*

УДК 371. 13. 036: 53

**Ількович І.В.**, студент 6 курсу фізико–математичного факультету

Науковий керівник: **Панчук О.П.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## ФОРМУВАННЯ ТВОРЧИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ВМІНЬ ЯК СКЛАДОВОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

*Розглянуто теоретичні та методичні аспекти фахової підготовки вчителів фізики використовуючи творчий підхід до викладання; описано спосіб формування творчих педагогічних вмінь; технологія підготовки студента до використання методу моделювання в професійній діяльності.*

*Ключові слова: творчість, творчий підхід, професійна компетентність, творчі вміння.*

Кардинальні зміни, що відбуваються в суспільстві, не можуть не позначитись на реформуванні освіти, і зокрема вищої школи. Основним завданням, що диктується часом, є підготовка висококваліфікованих професіоналів, конкурентно–спроможних, готових до ринкових і демократичних перетворень, здатних жити і творити в інформаційному суспільстві [1].

Професійна компетентність виступає однією з найголовніших складових професіоналізму педагога з точки зору акмеологічного підходу. Під компетенцією (з лат. competentia– "відповідальність") розуміють [2] коло повноважень особи, питань, з яких вона має певні знання і досвід. Для педагога виділяють такі складові професійної компетенції: психолого–

педагогічні і соціальні знання, теоретико–практичні й методичні знання, педагогічні вміння та здібності. Теоретична готовність учителя до педагогічної діяльності передбачає наявність у нього аналітичних, прогностичних, проективних, рефлексивних умінь, практична ж – виявляється в зовнішніх уміннях.

Висловлюються різні позиції щодо класифікації основних вмінь педагога. Наприклад, Г.С. Даниловою запропоновано наступний огляд педагогічних умінь [2]: аналітичні, прогностичні, проективні, рефлексивні, організаторські, комунікативні. Проте, на нашу думку, в цей перелік обов'язково мають потрапити творчі пізнавальні вміння. Адже в професійній діяльності педагога можна виділити, принаймі, три рівні її реалізації: нормативно–репродуктивний, адаптивно–перетворюючий та творчо–пошуковий. Саме для здійснення професійної діяльності на третьому вищому рівні, який характеризується відходом від шаблонних стереотипних способів діяльності, необхідно відповідним чином забезпечувати підготовку спеціалістів навчальними закладами. Отже, фахова підготовка спеціалістів має бути спрямована не лише на засвоєння нормативних схем професійної діяльності, а на формування інтересу та творчих умінь для створення (знаходження) власних оригінальних підходів до цієї діяльності. Вміння ставити перед собою завдання та творчо їх вирішувати є одним з основних критеріїв якісної фахової підготовки педагога. Спираючись на результати досліджень провідних науковців [1-7] та власні спостереження ми хочемо виділити такі фактори, що впливають на формування у студентів творчих педагогічних умінь у навчальному процесі з фізики у ВНЗ: зовнішня і внутрішня мотивація; забезпечення раціональної організації навчального процесу та керування ним; застосування творчих методів та прийомів для досягнення поставлених цілей; забезпечення володіння творчими вміннями і прийомами діяльності.

Специфіка педагогічної творчості (а отже і творчих вмінь педагога) полягає, перш за все, в спрямованості на вдосконалення існуючих та створення нових форм, методів і засобів педагогічної діяльності, здатності педагога прогнозувати та моделювати навчальний процес, відшукувати і застосовувати засоби зацікавлення учнів, нові форми навчальних занять, способи ефективного використання комп'ютерних технологій в навчальному процесі. Проблема пошуку шляхів підвищення ефективності навчання фізики дуже тісно пов'язана з виявленням тих методів, форм і засобів, які найбільш сприятимуть залученню учнів до активної пізнавальної діяльності, формуватимуть пізнавальний інтерес та пізнавальні вміння, які в свою чергу забезпечать гармонійний розвиток особистості із сучасними світоглядними уявленнями, переконаннями, прагненням пізнати довколишній світ, вмінням реалізувати себе, використати свої здібності. Пізнавальні вміння, без яких не можливе професійне кваліфіковане виконання обов'язків педагога, можна отримати лише в процесі навчально–пізнавальної діяльності. Отже, для того щоб залучити студентів до формування їх творчих педагогічних вмінь, потрібно навчити їх пізнавати: сформувати їх творчі пізнавальні вміння.

Педагогічні вміння формуються протягом всього часу діяльності вчителя, проте основа закладається ще в стінах навчального закладу. Зусилля викладачів спрямовуються на формування професійних знань та вмінь щодо організації різних видів навчальної діяльності, постановки фізичного експерименту, розв'язування творчих педагогічних завдань, використання сучасних інформаційних технологій та технічних засобів навчання, психолого–методичне забезпечення навчальних занять. Як показують результати проведеного нами дослідження, досить ефективним методичним прийомом, який дозволяє активізувати навчальну діяльність студентів і сприяє формуванню їх творчих педагогічних вмінь, є плановане систематичне залучення їх до вирішення змодельованих педагогічних ситуацій різноманітного характеру. В межах нашої проблеми педагогічне моделювання слід розглядати як засіб реалізації акмеологічної стратегії фахової підготовки в сучасних умовах. Адже в основі акмеологічної підготовки майбутніх вчителів фізики є "проектування студентом під керівництвом викладача теоретичної і експериментальної діяльності" [4] та вміння творчо організовувати пізнавальну діяльність.

Набувши статусу загальнонаукової категорії, моделювання успішно застосовується у всіх сферах наукової і педагогічної діяльності. Мисленні (ідеальні) моделі є основою теоретичного мислення. В даному контексті педагогічні моделі є основою професійного мислення вчителя. Будучи представлені матеріалізованими засобами (мовою, знаками), вони є орієнтувальною основою професійної діяльності. Варто відмітити, що модель виконує не тільки евристичну, але і прогностичну функцію, що для нас дуже важливо. Модель може бути як вторинною стосовно модельованої системи, так і первинною стосовно неї. В якості первинних моделей щодо об'єктів, які моделюються, виступають проекти, розпорядження, прогнози і т. ін. Виходячи з цього, можна стверджувати, що моделювання – один з основних засобів, володіти і використовувати який повинен педагог прогнозуючи, передбачаючи, проектуючи навчальний процес в цілому чи окремі його фрагменти.

Перший етап – це моделювання фрагмента творчої навчальної діяльності на основі її системно–структурного аналізу. Цей етап має на меті засвоєння студентами технологій проектування різних фрагментів творчої навчальної діяльності, виходячи з парадигми, що організація будь-якого виду навчальної діяльності може бути технологізована, тобто являти собою певну технологічну систему, яка включає в себе систему дидактичних цілей організації даного виду навчальної діяльності; систему дидактичних вимог, дотримання яких забезпечує досягнення системи цілей; систему засобів організації навчальної діяльності, до складу якої входять система засобів проблемно–змістового забезпечення, засобів керування діяльністю, засобів забезпечення зворотного зв'язку (засобів контролю); а також методичні вказівки щодо їх застосування.

Важливим етапом у формуванні практичних умінь і навичок майбутніх вчителів є практична реалізація моделей, розроблених на рівні сценарію. Це здійснюється під час педагогічної практики, а також на практичних заняттях шляхом застосування технології ігрового навчання. Технологія ігрового навчання ґрунтується на ігровому навчанні і діловій навчальній грі. Нагадаємо, що ділова гра – це форма відтворення предметного і соціального змісту професійної діяльності, моделювання системи відношень, характерних для даного виду практики. Проведення ділової гри становить собою розгортання особливої (ігрової) діяльності учасників на імітаційній моделі, що відтворює умови та динаміку конкретного процесу [4]. Шляхом ділової навчальної гри здійснюється тестування педагогічної моделі на її придатність щодо практичної реалізації. Як правило, практика вносить свої корективи в розроблений педагогічний проект, збагачуючи при цьому педагогічний досвід вчителя.

## Список використаних джерел

1. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів: монографія / П.С. Атаманчук, О.П. Панчук. – Кам'янець-Подільський: К-ПНУ, 2011. – 252 с.

2. Педагог-физик XXI века. Основы формирования профессиональной компетентности: Монография / [Атаманчук П.С., Никифоров К.Г., Губанова А.А., Мыслинская Н.Л.] — Калуга - Каменец-Подольский: изд. КГУ им.К.Э. Циолковского, 2014. — 268 с.

3. Андрущенко В. Ми повинні випускати конкурентноспроможного вчителя, готового до ринкових і демократичних перетворень, здатного жити і творити в інформаційному суспільстві //Освіта, 2003, 21–28 травня.–С.2–3.

4. Іваницький 0.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. – Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266 с.

5. Данипова Г.С Акмеологічна модель педагога в XXI столітті // Рідна школа, 2003, червень. – С.6–9.

6. Посталюк Н.Ю. Творческий стиль деятельности: педагогический аспект. - Казань: Изд. Казанского ун–та, 1989.– 204с.

7. Психологія: Підручник / Ю.Л. Трофімов, В.В. Рибалка, П.А. Гончарук та ін. / За ред. Ю.Л. Трофімова. – К.: Либідь, 1999. – 558 с.

*The theoretical and methodological aspects of professional training physics teachers using a creative approach to teaching; describes a method of forming creative teaching skills; technology to prepare students for use in the method of modeling careers.*

*Keywords: creativity, creative, professional competence and creative ability.*

УДК 517.5

**Кобля Ю. П.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кріль С.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## АСИМПТОТИКА ПСІ-ФУНКЦІЇ ЧЕБИШОВА

*Дослідження асимптотики псі-функції Чебишова.*

*Ключові слова: псі-функція, формула Мангольдта, псі-функціяЧебишова, розривний інтеграл*

Основним об’єктом дослідження є формула Мангольдта для функції Чебишова $\psi(x)$.

Нагадаємо, що

$$\psi(x) = \sum_{n\le x} \Lambda(n) = \sum_{p^m \le x} \log p.$$

У точках, де $x$ є степенем простого числа, ця функція має розриви першого роду, і для того, щоб формула залишалася справедливою в цих точках, необхідно уточнити означення, взявши середнє значення функції зліва і справа. Інакше кажучи, введемо функцію $\psi_0(x)$, що дорівнює $\psi(x)$, коли $x$ не є степенем простого числа і $\psi(x) - \frac{1}{2}\Lambda(x)$ в інших випадках. Формула свідчить, що при $(x > 1)$

$$\psi_0(x) = x - \sum_\rho \frac{x^\rho}{\rho} - \frac{\zeta\prime(0)}{\zeta(0)} - \frac{1}{2}\log(1 - x^{-2}),\ (1)$$

(мається на увазі, що сума по нетривіальним нулях $\rho$ функції $\zeta(s)$ береться в симетричному вигляді, тобто вона дорівнює

$$\lim_{T\to\infty} \sum_{|\gamma|<T} x^\rho).$$

Можна довести, що стала $\frac{\zeta'(0)}{\zeta(0)}$ дорівнює $\log 2\pi$. Останній член у формулі еквівалентний — $\sum_{\omega} \frac{x^{\omega}}{\omega}$, поширеній на тривіальні нулі $\zeta(s)$, тобто на значення $\omega = -2, -4, -6, \ldots$

Щоб уникнути деяких незначних ускладнень, припустимо, що $x \geq 2$, хоча, як вже зазначалось вище, приведена формула є справедливою при $x > 1$.

Загальний метод, яким можна доводити подібні формули, був відкритий Ріманом (якщо уточнити його міркування) в зв'язку з точною формулою для $\pi(x)$. Основна ідея доведення полягає в тому, щоб, використовуючи розривний інтеграл

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} y^s \frac{ds}{s} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 < y < 1, \\ 1/2, & \text{якщо } y = 1, \\ 1, & \text{якщо } y > 1, \end{cases}$$

де $c > 0$, відкинути члени ряду Діріхле при $n \geq x$, вважаючи $y = \frac{x}{n}$. Оскільки при $\sigma > 1$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \Lambda(n) n^{-s} = -\zeta'(s)/\zeta(s),$$

то відповідний результат набере вигляду

$$\psi_0(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \left[-\frac{\zeta'(s)}{\zeta(s)}\right] \cdot \frac{x^s}{s} ds$$

при $c > 1$. Якщо перенести вертикальний шлях інтегрування вліво на нескінченність, то отримаємо для $\psi_0(x)$ подання у вигляді суми відрахувань в полюсах функції $[-\zeta'(s)/\zeta(s)]x^s/s$. Полюс $\zeta(s)$ в точці $s = 1$ дає $x$; полюс $1/s$ в точці $s = 0$ дає — $\zeta'(0)/\zeta(0)$ , а кожен нуль $\rho$ функції $\zeta(s)$, незалежно від того, тривіальний він чи ні, дає —$x^{\rho}/\rho$.

Для обґрунтування згаданих міркувань спочатку потрібно розглянути інтеграл уздовж шляху від точки $c - iT$ до $c + iT$ і вважати цей шлях стороною прямокутника, що розширюється вліво. Вибирати T потрібно з деякою обережністю, щоб горизонтальні сторони прямокутника обходили, наскільки це можливо, нулі $\zeta(s)$ в критичній смузі. Після того як це міркування буде проведено, ми отримаємо кінцеву форму для подання (1) з точною оцінкою залишкового члена і вона буде набагато кориснішою, ніж (1).

В ролі першого кроку можна довести, що справедлива наступна лема.

***Лема.*** Нехай $\delta(y)$ позначає функцію від $y$, задану правою частиною (2), і нехай

$$I(y,T) = \frac{1}{2\pi i}\int\limits_{c-iT}^{c+iT}\frac{y^s}{s}ds.$$

Тоді при $y > 0, c > 0, T > 0$

$$|I(y,T) - \delta(y)| < \begin{cases} y^c \min(1, T^{-1}|\log y|^{-1}), & \text{якщо } y \neq 1, \\ cT^{-1}, & \text{якщо } y = 1. \end{cases}$$

Застосовуючи цю лему до $\psi_0(x)$, отримаємо

$$|\psi_0(x) - J(x,T)| < \sum_{\substack{n=1 \\ n\neq x}}^{\infty} \Lambda(n)(x/n)^c \min\left(1, T^{-1}|\log x/n|^{-1}\right) + cT^{-1}\Lambda(x), \quad (3)$$

де $c > 1$ і

$$J(x,T) = \frac{1}{2\pi i}\int_{c-iT}^{c+iT}\left[-\frac{\zeta'(s)}{\zeta(s)}\right]\cdot\frac{x^s}{s}ds. \qquad (4)$$

Слід пам'ятати, що член, який містить $\Lambda(x)$, присутній тільки у випадку, коли x є степенем простого числа.

Візьмемо $c = 1 + (\log x)^{-1}$, оскільки в цьому випадку хороша оцінка виходить без додаткових розглядів; зауважимо, що $x^c = ex$. Потрібно оцінити ряд, що стоїть в правій частині (3), і розглянути спочатку його члени, для яких $n \leq \frac{3}{4}x$ або $n \geq \frac{5}{4}x$. Для них $|\log x/n|$ має додатну нижню межу, так що вони вносять в суму величину

$$\ll xT^{-1}\sum_{n=1}^{\infty}\Lambda(n)n^{-c} = xT^{-1}\left[-\frac{\zeta'(c)}{\zeta(c)}\right] \ll xT^{-1}(\log x).$$

Далі розглядаються члени, для яких $\frac{3}{4}x < n < x$. Нехай $x_1$ — найбільший степінь простого числа, менший, ніж $x$; можна вважати, що $\frac{3}{4}x < x_1 < x$, так як в протилежному випадку розглядувані члени ряду відсутні. При $n = x_1$ маємо

$$\log\frac{x}{n} = -\log\left(1 - \frac{x - x_1}{x}\right) \geq \frac{x - x_1}{x},$$

і, отже, для відповідного члена ряду справедлива оцінка

$$\ll \Lambda(x_1)\min\left[1, \frac{x}{T(x - x_1)}\right] \ll (\log x)\min\left[1, \frac{x}{T(x - x_1)}\right].$$

Для інших членів ряду покладемо $n = x_1 - \nu$, де $0 < \nu < \frac{1}{4}x$; тоді

$$\log\frac{x}{n} \geq -\log\left(1 - \frac{\nu}{x_1}\right) \geq \frac{\nu}{x_1}.$$

Отже, ці члени вносять в суму величину, рівну

$$\ll \sum_{0<\nu<\frac{1}{4}x} \Lambda(x_1-\nu)T^{-1}\, x_1/\nu \ll xT^{-1}(\log x)^2 .$$

Члени, для яких $x < n < \frac{5}{4}x$, оцінюються аналогічно, за винятком того, що $x_1$ замінюється на $x_2$ — найменший степінь простого числа, більший, ніж $x$.

Зручно використовувати позначення $< x >$ для відстані від $x$ до степеня простого числа, найближчого до $x$, відмінною від $x$ у випадку, коли $x$ саме є степенем простого числа. Збираючи всі оцінки, з (3) виводиться

$$|\psi_0(x) - J(x,T)| \ll \frac{x(\log x)^2}{T} + \log x \min\left(1, \frac{x}{T\langle x\rangle}\right). \quad (5)$$

Наступним кроком є заміна вертикального шляху інтегрування в (4) іншими трьома сторонами прямокутника з вершинами в точках

$$c - iT, c + iT, -U + iT, -U - iT,$$

де $U$ — велике ціле непарне число.

Таким чином, ліва вертикальна сторона проходить посередині між двома тривіальними нулями $\zeta(s)$. Сума відрахувань підінтегральної функції в полюсах, що лежать всередині прямокутника, дорівнює

$$x - \sum_{|\gamma|<T} \frac{x^\rho}{\rho} - \frac{\zeta'(s)}{\zeta(s)} - \sum_{0<2m<U} \frac{x^{-2m}}{2m}.$$

Вибір T вимагає додаткових міркувань. У згаданій вище лемі говорилось про те, що для великих T число нулів, для яких $|y - T| < 1$, дорівнює $\ll \log \mathrm{T}$. Між координатами цих нулів повинен бути проміжок довжиною $\gg (\log T)^{-1}$. Отже, вибираючи T відповідним чином, ми можемо домогтися, щоб

$|\gamma - T| \gg (\log T)^{-1}$ для всіх нулів $\beta + i\gamma$.

Для $s = \sigma + iT$ і $-1 \le \sigma \le 2$

$$\frac{\zeta'(s)}{\zeta(s)} = \sum_{|\gamma - T|<1} \frac{1}{s-\rho} + O(\log T).$$

В силу вибору T кожен член буде $\ll \log \mathrm{T}$ і число їх також буде $\ll \log \mathrm{T}$, так що на відповідних горизонтальних прямих маємо оцінку

$$\frac{\zeta'(s)}{\zeta(s)} = O(\log T)^2 \text{ при } -1 \le \sigma \le 2.$$

Тому інтеграл по горизонтальному відрізку при цих $\sigma$ буде

$$\ll (\log T)^2 \int_{-1}^{c} \left|\frac{x^\sigma}{s}\right| d\sigma \ll \frac{(\log T)^2}{T} \int_{-\infty}^{c} x^\sigma d\sigma \ll \frac{x(\log T)^2}{T \log x}. \quad (7)$$

Залишається оцінити інтеграл по горизонтальному відрізку $-U \le \sigma \le 1$ і інтеграл по вертикальній прямій $\sigma = -U$. Потрібна оцінка $-\zeta'/\zeta$ при $\sigma \le 1$

щоб показати, що в цій напівплощині поза колами радіусу, наприклад, $1/2$ з центрами в тривіальних нулях $s = -2, -4, \ldots$ має місце оцінка

$|-\zeta'(s)/\zeta(s)| \ll \log(2|s|)$.

Звідси буде випливати, що інтеграл по частині горизонтальної прямої є величина

$$\ll \frac{\log 2T}{T} \int_{-U}^{-1} x^{\sigma} d\sigma \ll \frac{\log T}{Tx \log x},$$

мала в порівнянні з (7), а інтеграл по вертикальній прямій дорівнює

$$\ll \frac{\log 2U}{U} \int_{-T}^{T} x^{-U} dT \ll \frac{T \log U}{U x^{U}}$$

і прямує до 0 при $U \to \infty$.

Збираючи оцінки (7), (5) і (6) (при $U \to \infty$) отримаємо

$$\psi_0(x) = x - \sum_{|\gamma|<T} \frac{x^{\rho}}{\rho} - \frac{\zeta'(0)}{\zeta(0)} - \frac{1}{2}\log(1 - x^{-2}) + R(x, T)$$

де

$$|R(x,T)| \ll \frac{x(\log xT)^2}{T} + (\log x) \min\left(1, \frac{x}{T\langle x \rangle}\right).$$

**Список використаних джерел**


1. Edwards H. M. Riemann's Zeta Function / H. M. Edwards // Academic Press, 1974. – с. 48-77.

2. Титчмарш Е. К. Теория дзета-функции Римана / Е. К. Титчмарш – Москва: изд. иностранной литературы, 1953. – с. 116-126.


*Annotation. Research of asymptotic the Chebyshev psi function.*


*Keywords: psi function, Mangoldt's formula, Chebyshev psi function, discontinuous integral.*



УДК 378.016:53



**Копань В. А.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Атаманчук П.С.**, доктор педагогічних наук, професор


## ОРГАНІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ


*Анотація: У статті розглядаються питання, що стосуються розвитку пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики, готовність до уроків для сприятливого розвитку креативності, фактори, що заважають прояву креативності, і їх подолання.*

*Ключові слова: креативність, творчі здібності, пізнавальна діяльність, навчання фізики, готовність до навчання, еталонне навчання*

Різні форми проведення уроку не тільки урізноманітнюють навчальний процес, але й викликають в учнів задоволення від процесу праці. Не може бути цікавим урок, якщо учень постійно включається в одноманітну по структурі і методиці діяльність.

Під різноманітністю форм учбових занять мається на увазі застосування різних організаційних прийомів, які активізують школярів шляхом надання їм можливості приймати участь в різних видах діяльності. В методиці таких уроків основним активізуючим моментом слід вважати позитивний емоційний настрій на урок, який виникає в учнів при переході на новий вид діяльності. Саме цей настрій приводить до розвитку пізнавальних інтересів учнів.

Чим більш одноманітна діяльність учнів, тим гостріша в них потреба(частіше неусвідомлена) в зміні виду діяльності.

Методична різноманітність уроку нерозривно пов’язана з його змістом, метою, віковими особливостями учнів, особистістю самого вчителя. Розглянемо можливі форми проведення уроків, які допоможуть вчителю урізноманітнити методику проведення уроків.

Активізація пізнавальної діяльності учнів повинна починатися з використання різноманітних засобів, які забезпечують глибоке та повне засвоєння учнями матеріалу, який викладає вчитель.

Як забезпечити глибоке розуміння матеріалу учнями, уникаючи механічного запам’ятовування матеріалу, що вивчається?

При правильно побудованому поясненні матеріалу вчитель дає учням не тільки знання, а й організовує їх пізнавальну діяльність.

Шляхи активізації:

– психологічна установка на сприймання;

– підсильність задач;

– ліквідація прогалин у знаннях;

– самооцінка навчальних домагань учня;

– використання укрупнених дидактичних одиниць навчання, методу багаторазового повторення, опорних конспектів;

– дозування вимог(для цього потрібно знати тип характеру кожного учня, темперамент, психологічний стан);

– стресова гігієна(гігієна стресів у навчанні: звертати увагу на хвилювання, напруження).

Велике значення має, наприклад, те, як вчитель вводить тему уроку. Тема уроку не повинна просто сповіщатися учням. Потрібно переконати їх в логічній необхідності вивчення кожного наступного запитання програми. А для цього потрібно розкривати логіку розгортання теми. Взаємозв'язок її окремих запитань природно підводить учнів до необхідності вивчення матеріалу уроку. Тему обов'язково записують на дошці.

Крім того, вчитель повинен спробувати викликати в учнів інтерес до теми: повідомити про значення питання, що вивчається для наукової та практичної діяльності людини; привести цікаві факти, пов'язані з історією встановлення закону; показати досліди, на які учні зможуть знайти відповідь в процесі пояснення. Важливо, щоб при цьому не затратити багато часу і не відволікти учнів від наступного пояснення.

Практика показує, що для кожного уроку фізики, присвяченому вивченню нового матеріалу, необхідно вказати його основні пізнавальні задачі. Сформульовані пізнавальні задачі являються метою наступної діяльності учнів. Усвідомлення мети – необхідна умова будь-якої вольової дії.

Щоб учень примусив себе уважно і вдумливо слухати пояснення вчителя, він повинен уявити собі мету дії і керуватися певними мотивами.

Під час проведення будь-якого типу уроку слід використовувати завдання, направлені на активізацію навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Наприклад, можна провести на уроці, присвяченому розв'язуванню задач або закріпленню умінь та навичок, змагання. З метою активізації роботи учнів пропонується організувати змагання учнів по ланках. Для визначення переможців вибирається журі (по одному учневі з кожної ланки).Між членами журі розподіляють обов'язки.

Активізувати пізнавальну діяльність учнів, зацікавити їх, сприяти творчому пошуку можна за допомогою введення в пояснення матеріалу цікавих історичних фактів.

Наприклад, в 9-му класі урок, на якому розглядається питання про падаючі тіла, можна розпочати з розповіді про те, як люди, спостерігаючи за швидкістю падіння різних тіл, зіткнулися з досить загадковими явищами. Ось, наприклад, падаючи з однієї висоти, яблуко і листок опускаються з різними швидкостями. Можна подумати, що різниця в їх швидкостях зумовлена різницею в їх масі: важчі тіла досягають землі швидше, ніж легші. Звідси можна зробити висновок: швидкість падіння тіл залежить від їх маси.

Після такої яскравої розповіді про падіння тіл переходимо до розгляду прискорення вільного падіння і далі до істинної причини його сталості, яка розкривається пізніше при вивченні закону всесвітнього тяжіння.

Можна закінчити питання про тяжіння тіл чудовими словами Р.Фейнмана: “... найвражаюче те, що закон тяжіння простий. Його легко сформулювати так, щоб не залишалось ніяких щілин для двосмисленості і для іншого тлумачення. Він простий і тому прекрасний. Він простий за формою. Я не говорю, що він діє просто – рух різних планет, їх взаємний вплив може бути дуже плутаним, і визначити, як рухається кожна зірка в широкому скупченні, - не в наших силах. Він діє складно, але його корінна ідея проста. Це і зріднює всі наші закони”.

Навчально-пізнавальна діяльність учнів у процесі розв’язування задач.

Відомо, що будь-яка пізнавальна діяльність починається з відчуттів та сприймань, які потім переходять у мислення (спочатку на рівні уявлень, а потім на рівні понять). Поняття, виступаючи одночасно і як форми відображення реальних об’єктів, і як засоби мисленого, ідеалізованого відтворення їх, конструювання, утворюють мікроелементи наукового знання.

Одним із найважливіших засобів стимулювання продуктивної розумової діяльності учнів є задачі, оскільки процес розв’язування їх характеризується значним розумовим напруженням і вимагає від особистості самостійного пошуку. Розв’язуючи задачі, учень осмислює фізичні закони, поглиблює і закріплює знання, розвиває фізичне мислення. В процесі розв’язування задач учні набувають навичок переходити від конкретних тіл, фактів, явищ і зв’язків до абстрактних понять і навпаки.

Не менш важливо формувати в учнів навички переходу в розумовій діяльності від конкретного до абстрактного і від окремого до загального.

У розвитку розумової діяльності важливу роль мають навички узагальнення і систематизації. Такі навички учні набувають у процесі розв’язування задач, що приводять до узагальнення відомих понять, методів і операцій. Задачі, які вимагають застосування знань з різних розділів курсу фізики (комбіновані задачі), дають можливість зробити узагальнення, що стосується найбільш загальних і фундаментальних законів, знаходити системи окремих відношень.

**Список використаних джерел:**

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчання фізики. / Атаманчук П.С. — К. : Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 1999. — 170 с.

2. Атаманчук П.С. Концепція управління навчально-пізнавальною діяльністю в навчанні фізики. / Атаманчук П.С. — К. : Фізика та астрономія в школі. – 1999. — №3. 3-6 с.

3. Атаманчук П.С. Тематичні завдання еталонних рівнів з фізики (9-11 класи). [Атаманчук П.С., Кух А.М.] — К. : Навчально-методичний посібник. м. Кам’янець-Подільський, 2001. —76 с.

4. Выготский Л.С. Педагогическая психология / [Под ред. В.В. Давыдова] – К. : Педагогика, 1991. – 480 с.

5. Друзь Б.Г. Виховання пізнавальних інтересів школярів у процесі навчання. / Друзь Б.Г. – К. : Рад. Школа. - 1978. — 128 с.

*Anotation: The article deals with issues relating to the development of cognitive activity of students in physics lessons , lessons willingness to favorable development of creativity , factors that prevent the manifestation of creativity and overcome them.*

*Keywords: creativity, cognitive activity , learning Physics, commitment to learning, teaching reference*

УДК 378.016:53 (075.3)

**Костанюк М.М.,** студент 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

*Стаття присвячена дослідження змісту професійної компетентності майбутнього вчителя фізики.*

*Ключові слова: досвід, професійна компетентність, учитель, професіоналізм, фізика.*

Поняття «професійна компетентність» з’явилось у педагогічній термінології в кінці минулого століття з праць Ю. К. Бабанського, С. П. Баранова, В. О. Сластьоніна і вважалось складовою професіоналізму. Термін «компетентність» (від лат. competence) – поняття, що висвітлює аспекти поведінки людини, пов’язані з виконанням роботи, визначає основну характеристику особистості, яка досягла або здатна досягти високих результатів у діяльності. З позицій системного підходу (Т. Т. Браже, Н.І. Запрудський) професійна компетентність розглядається як певна система, що інтегрує знання, уміння, навички, професійно значущі якості особистості, яка забезпечує виконання особистих професійних зобов’язань [4]. На основі модифікації цього виду професійної компетентності виокремлюють структурні компоненти професійної компетентності фахівця: мотиваційна, предметно-практична (операційно-технологічна), саморегуляції.

З досліджень системи компетентностей А. Хуторського, який виокремлює виділяти ключові, базові та спеціальні компетентності, можливо зробити висновок, що професійна компетентність є сукупністю ключових, базових та спеціальних компетентностей (їх можна вважати ієрархічними рівнями компетентності). Ці ієрархічні рівні виявляються у всіх компонентах структури фахової компетентності вчителя: професійно-діяльнісному, комунікативному і особистісному. Причому, ключовий рівень означених компетентностей необхідний людині будь-якого фаху для ефективного функціонування в оточуючому середовищі, базовий – вчителям будь-якого предмету, а спеціальний – педагогам, що викладають певний предмет

Професійно-діяльнісний компонент професійної компетентності вчителя можна формувати в майбутніх вчителів через застосування технології контекстного навчання, в якій моделюється не лише предметний зміст майбутньої професійної діяльності, а й задається її соціальний контекст. У контекстному навчанні робиться наголос на проблемності змісту навчального матеріалу, що пропонується студентам на лекціях, практичних заняттях, у якості завдань для самостійної роботи або для навчального проекту. Очевидно, що для набуття студентами професійно-діяльнісного компоненту компетентності вчителя слід широко впроваджувати технологію проблемного навчання, яка розуміється як навчальна діяльність суб’єкту з проблемно представленим змістом і здійснюється через розв’язування теоретичних і практичних навчальних проблем. У цьому випадку логіка навчального процесу розгортається від створення проблемної ситуації через проблемну задачу, її аналіз та дослідницьку діяльність із розв’язання проблемної задачі. Для набуття студентами досвіду у майбутній професійній діяльності вже в аудиторних умовах можливо створювати ситуації, які вимагають аналізу діяльності вчителя та учня на окремих етапах уроку, імітації реального уроку або його фрагменту. Все це можливо за умов застосування інтерактивної технології: рольові та імітаційні ігри, навчання у дискусії тощо.

Проектне навчання, так само, передбачає співпрацю учасників проекту, які працюють над розв’язанням певної проблеми. На відміну від проблемного навчання у цьому випадку проблемну задачу студенти мають сформулювати самостійно, намітити шляхи її розв’язання, здійснити дослідження й, нарешті, результати власної діяльності подати у матеріальному вигляді – у вигляді проекту. Між тим, сам проект може бути створений із застосуванням інформаційних технологій, які використовуються й на етапі пошуку інформації, й на етапі подання результатів (створення презентації).

Вчитель-предметник не зможе ефективно застосувати набуту ним методичну компетентність, та інші компетентності професійно-діяльнісного компоненту, за відсутності в нього комунікативної компетентності. Педагогічна комунікація визначається, як специфічна форма комунікації метою якої є передача знань, виховання й розвиток учнів, що функціонує через взаємодію трьох основних компонентів: вчитель – змістовна навчальна інформація – учень (учні).

Комунікативна компетентність передбачає: наявність стійкої потреби в систематичному спілкуванні з дітьми в найрізноманітніших сферах; наявність здібностей до педагогічної комунікації; здатність вступати в комунікацію з метою порозуміння; володіння вчителем сукупністю вербальних і невербальних засобів комунікації; набуття комунікативних навичок і вмінь, володіння прийомами та засобами розв'язування комунікативних задач; володіння професійною термінологією, та відповідними прийомами професійного спілкування та готовність до їх застосування на практиці. Комунікативна компетентність тісно пов'язана із загальним культурним рівнем вчителя, тому вчені виділяють окремо соціокультурну компетентність, яка виявляється: в здатності захищати і дбати про відповідальність, права, інтереси та потреби інших; спроможності ідентифікувати себе із цінностями професійного середовища; наявності професійної позиції вчителя [3].

З метою набуття комунікативної компетентності майбутніми вчителями вивчення фахових дисциплін, зокрема методики навчання фізики, має спрямовуватися на формування в них стійкого інтересу до педагогічної комунікації, на оволодіння професійною термінологією та відповідними прийомами спілкування, комунікативно-професійними вміннями і навичками у розв'язуванні комунікативних задач. Виходячи з цього, в ході занять необхідно здійснювати:

– розвиток професійного мовлення студентів, формування мовленнєвих моделей (варіантів стійких словосполучень або виразів), що найчастіше застосовуються на заняттях;

– опанування приймів й засобів, що застосовуються на окремих етапах розв'язування комунікативних задач на певному етапі уроку або під час роботи над окремим завданням;

– моделювання мовленнєвої поведінки майбутнього вчителя в заданих педагогічних ситуаціях;

– формування умінь відстоювати, обґрунтовувати власну думку, позицію; вставати на бік співрозмовника й приймати його доводи; уміння слухати; емоційно забарвлювати власне мовлення.

Усе це можливо, якщо створювати комунікативні ситуації, через застосування інтерактивної технології навчання, а саме імітаційних та рольових ігор, навчання у дискусії.

Безумовно, комунікативний компонент професійної компетентності вчителя пов'язаний із її особистісним компонентом, оскільки, комунікативність ґрунтується на якостях особистості вчителя: педагогічній спрямованості, пізнавальних, експресивних якостях та управлінських властивостях тощо.

Для формування компетентностей, що є складовими професійно-діяльнісного компоненту, слід використовувати лекційні курси, практико-орієнтовані семінари з елементами імітації діяльності вчителя, читання спеціальної літератури й періодики. Для розвитку комунікативного компонента доцільне проведення ділових ігор, тренінгів, імітаційних ігор й тощо. Набагато складніше створити умови для зростання і розвитку особистісної складової професійної компетентності, її можна лише ініціювати і підтримувати. Особистісну, рефлексивну та творчу складові професійної компетентності можна стимулювати, використовуючи: когнітивно-орієнтовані; діяльнісно-орієнтовані; особистісно-орієнтовані технології [2].

Таким чином, формування професійної компетентності в майбутнього вчителя можливе за умов:

– створення компетентнісної моделі фахівця;

– визначення цілей і завдань навчальних курсів на базі компетеністної моделі фахівця;

– розробки компетентністно-зорієнтованих програм фахових дисциплін, де до кожного модуля поданий перелік компетентностей або компетенцій, які формуються через його опанування;

– проектування викладачем навчального процесу, яке передбачає розробку змісту лекцій, завдань для самостійної роботи студентів, педагогічних, дидактичних і методичних задач, що розв’язуються на практичних заняттях, навчальних проектів проблемного характеру (технологія проблемного навчання);

– використання методів навчання, що моделюють зміст діяльності вчителя: навчання у дискусії, рольові та імітаційні ігри тощо (технологія інтерактивного навчання);

– проектування навчальної діяльності студентів як поетапної самостійної роботи, направленої на розв’язування проблемних ситуацій в умовах групового діалогічного спілкування за участю викладача (технологія проектного навчання, інформаційні технології);

– особистісного включення студента в навчальну діяльність (контекстне навчання) [1].

**Список використаних джерел**

1. Садовий М.І. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник [для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.] / М.І. Садовий, В.П. Вовкотруб, О.М. Трифонова. – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.

2. Скворцова С. О. Комунікативний компонент професійної компетентності вчителя [Текст] / С. О. Скворцова // Нова педагогічна думка: науково-методичний журнал. – 2010. – №2. – С. 99-102.

3. Скворцова С. О. Формування методичної компетентності майбутнього вчителя в галузі викладання математики в початковій школі [Текст] / С. О. Скворцова // Науковий вісник Волинського національного університету імені Л. Українки. – 2010. – № 14. – С. 151-154.

4. Чаплак М. Сучасні тенденції формування професійної компетентності майбутніх педагогів [Електронний ресурс] / М. Чаплак, С. Котова // Современные вопросы мировой науки – 2010 : матеріали конференції. – Режим доступу : http://www.rusnauka.com/ 4_SWMN_2010/ Pedagogica/ 58932.doc.htm.

*The article studies the content of professional competence of future teachers of physics.*

*Keywords: experience, professional competence, teacher professionalism, physics.*

УДК 517.5

**Кухар Л.М.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Сорич В.А.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## СУМІСНЕ НАБЛИЖЕННЯ СУМАМИ ФУР'Є КЛАСІВ ФУНКЦІЙ ВИСОКОЇ ГЛАДКОСТІ

*Одержано асимптотичні рівності для величини, яка характеризує сумісне наближення класів $\bar{\psi}$ – інтегралів для лінійної комбінації $\bar{\varphi}_i$ – похідних сумами Фур'є в рівномірній метриці.*

*Ключові слова: сумісне наближення, суми Фур'є, класи $\psi$-інтегралів.*

Нехай $L$ – простір $2\pi$-періодичних сумовних функцій із нормою $\|f(x)\|_L = \|f(x)\|_1 = \int_0^{2\pi} |f(x)|dx.$ $\psi_i(n)$ – числові послідовності, $i = \overline{1,2}$. Множину функцій $f$, що подаються у вигляді згорток функцій $\varphi \in L$ із ядром $\Psi(t) = \sum_{k=1}^{\infty}(\psi_1(k)\cos kt + \psi_2(k)\sin kt)$ позначимо через $L^{\bar{\psi}}$, при цьому будемо називати функцію $\varphi$ $\bar{\psi}$-похідною в сенсі Степанця і записувати $f^{\bar{\psi}}(x) = \varphi(x)$.

Підмножину функцій із класу $L^{\bar{\psi}}$, для яких $\bar{\psi}$-похідна належить деякій іншій множині $\mathfrak{R}$, будемо позначати через $L^{\bar{\psi}}\mathfrak{R}$. Крім того, будемо використовувати ще такі позначення класів: $C^{\bar{\psi}} = \{f \mid f \in L^{\bar{\psi}},\ f \in C_{[0;2\pi]}\}$; $C^{\bar{\psi}}_{\infty} = \left\{f \mid f \in C^{\bar{\psi}},\ \left\|f^{\bar{\psi}}\right\|_M \leq 1\right\}$.

Нехай $\bar{\psi} = (\psi_1, \psi_2)$, $\bar{\varphi} = (\varphi_1, \varphi_2)$ пари довільних послідовностей дійсних чисел, причому

$$\bar{\psi}^2 = \bar{\psi}^2(k) = \bar{\psi}_1^2(k) + \bar{\psi}_2^2(k) \neq 0,$$
$$\bar{\varphi}^2 = \bar{\varphi}^2(k) = \bar{\varphi}_1^2(k) + \bar{\varphi}_2^2(k) \neq 0.$$

Будемо казати, що пара $\bar{\psi}$ $L$-передує парі $\bar{\varphi}$, якщо $L^{\bar{\varphi}} \subset L^{\bar{\psi}}$ і писати $\bar{\psi} \overset{L}{\leq} \bar{\varphi}$.

Відомо (див. [2]), якщо пара $\bar{\psi}$ $L$-передує парі $\bar{\varphi}$, то для будь-якої функції $f(x)$ із класу $L^{\bar{\varphi}}$ існує $\bar{\psi}$-похідна, причому $f^{\bar{\psi}}(x) \in L^{\bar{\eta}}$, де пара $\bar{\eta} = (\eta_1, \eta_2)$ задовольняє умовам:

$$\eta_1(k) = \frac{\varphi_1(k)\psi_1(k) + \varphi_2(k)\psi_2(k)}{\bar{\psi}^2(k)}; \tag{1}$$

$$\eta_2(k) = \frac{\varphi_2(k)\psi_1(k) - \varphi_1(k)\psi_2(k)}{\bar{\psi}^2(k)} \tag{2}$$

і, крім того,

$$S\left[\left(f^{\bar{\psi}}\right)^{\bar{\eta}}\right] = S[f^{\bar{\varphi}}] \tag{3}$$

Множину деяких додатних неперервних опуклих донизу і зникаючих на нескінченості функцій $\psi(t)$ неперервного аргументу $t \geq 1$, для яких послідовність $\psi(k)$ є їх звуженням позначимо через $\mathfrak{M}$. Характеристикою, з урахуванням якої зручно провести розбиття на класи множини $\mathfrak{M}$, є пара функцій $\eta(t) = \eta(\psi; t)$ і $\mu(t) = \mu(\psi; t)$, які означаються наступним чином: при $\varphi(t) \in \mathfrak{M}$

$$\varphi(\eta(t)) = \frac{1}{2}\psi(t) \quad \text{або} \quad \eta(t) = \eta(\psi; t) = \psi^{-1}\left(\frac{1}{2}\psi(t)\right), \tag{4}$$

$$\mu(t) = \mu(\psi; t) = \frac{t}{\eta(t) - t}\,. \tag{5}$$

Величина $\eta(t) - t$, як випливає з (4.1), – це довжина проміжку $[t; \eta(t)]$, на якому значення функції $\psi$ зменшується вдвічі, тому функцію $\mu(\psi; t)$ назвемо модулем піврозпаду функції $\psi$.

Виділимо із множини $\mathfrak{M}$ наступні підмножини:
$\mathfrak{M}_0 = \{\psi \in \mathfrak{M}: 0 < \mu(\psi; t) \leq K, \quad t \geq 1\}$,

$\mathfrak{M}_\infty = \{\psi \in \mathfrak{M}: 0 < K \leq \mu(\psi; t), \quad t \geq 1\}$,
$\mathfrak{M}_c = \{\psi \in \mathfrak{M}: 0 < K_1 \leq \mu(\psi; t) \leq K_2, \ t \geq 1\}$,

де $K, K_1, K_2$ - деякі додатні константи.

Нехай пари $\psi_i = (\psi_{i,1}; \psi_{i,2})$ $L$-передує парі $\psi = (\psi_1, \ \psi_2)$, послідовності $\varphi'_{i,1}(n)$ та $\varphi''_{i,2}(n)$ вибрані згідно рівностей (1)-(2).

Розглядається задача сумісного наближення класів $C^{\overline{\psi}}$ у випадках, коли послідовності $\varphi'_{i,1}(n)$, $\varphi''_{i,2}(n)$, у парах $\overline{\varphi}_i = \left(\varphi'_{i,1}, \varphi''_{i,2}\right)$, що представляють дані класи, належать множинам $\mathfrak{M}_C$ та $\mathfrak{M}_\infty$. В таких випадках кажуть, що функції з даних класів є функціями високої гладкості.

В даній роботі встановлюється поведінка при $n \to \infty$ величини

$$\widetilde{\mathcal{E}}_{n,m}\left(C^{\overline{\psi}}_\infty\right) = \sup_{f \in C^{\overline{\psi}}_\infty} \left\| \sum_{i=1}^{m} \psi_i(n) \left| f^{\overline{\psi}_i}(x) - S_n\left(f^{\overline{\psi}_i}, x\right) \right| \right\|_C, \tag{6}$$

яка характеризує сумісне наближення функцій та деяких її похідних в сенсі Степанця сумами Фур'є в рівномірній метриці, де

$\overline{\psi_i}(n) = \sqrt{\psi^2_{i,1}(n) + \psi^2_{i,2}(n)}$, $S_n(f; x)$ - суми Фур'є порядку $n$ функції $f(x)$.

Основні результати досліджень містяться у твердженнях:

**Теорема**. Нехай пари $\psi_i = (\psi_{i,1}, \psi_{i,2})$ $L$-передують парі $\psi = (\psi_1, \psi_2)$, пари $\varphi_i = (\varphi_{i,1}; \varphi_{i,2})$ , вибрані згідно рівностей

$$\varphi_{i,1}(n) = \frac{\psi_1(n)\psi_{i,1}(n) + \psi_2(n)\psi_{i,2}(n)}{\overline{\psi^2_i}(n)};$$

$$\varphi_{i,2}(n) = \frac{\psi_2(n)\psi_{i,1}(n) - \psi_1(n)\psi_{i,2}(n)}{\overline{\psi^2_i}(n)},$$

причому $\pm\varphi_{i,1}$, $\pm\varphi_{i,2} \in \mathfrak{M}_c \cup \mathfrak{M}_\infty$, та числа $\eta\left(\varphi_{k,i}; n\right)$ перенумеровані в порядку неспадання. Тоді при $n \to \infty$ справедлива рівність

$$\mathcal{E}_{n,m}\left(C^{\overline{\psi}}_\infty\right) = \sup_{f \in C^{\overline{\psi}}_\infty} \left\| \sum_{i=1}^{m} \overline{\psi_i}(n) \left| f^{\overline{\psi_i}}(x) - S_n\left(f^{\overline{\psi_i}}; x\right) \right| \right\|_C =$$

$$= \max_{|\alpha_i|=1} \frac{4}{\pi^2} \sum_{k=m_1}^{m} R_k(\alpha) \cdot \ln \frac{\eta\left(\varphi_{k,1}, n\right) - n}{\eta\left(\varphi_{k+1,1}, n\right) - n} + O(1) \cdot \bar{\psi}(n),$$

де

$$R_k(\alpha) = \sqrt{A^2_k(\alpha) + B^2_k(\alpha)},$$

$$A_k(\alpha) = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \overline{\psi_i}(n) \varphi_{i,1}(n),$$

$$B_k(\alpha) = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \overline{\psi_i}(n)\varphi_{i,2}(n),$$

$m_1$ – кількість функцій $\varphi_{i,1}(t)$, що належать множині $\mathfrak{M}_C$,

$$\eta(\varphi;t) = \varphi^{-1}\left(\frac{1}{2}\varphi(t)\right),$$

$O(1)$ – величина, рівномірно обмежена по $n$.

**Список використаних джерел**

1. Степанец А. И. Приближение суммами Фурье и наилучшие приближения на классах аналитических функций / А. И. Степанец, А.С. Сердюк // Укр. мат. журн. – 2000. - 52, № 3 – с. 375-395.

2. Сорич В. А. Умови -передування $\bar{\psi}$-похідних / В.А.Сорич, Н.М.Сорич, А. В. Сорич // Збірник за підсумнами звітної наукової конференції викладачів і аспірантів, присвяченої 85-ій річниці Української національно-демократичної революції, 15-16 квітня 2002 року, в 2-х томах. – Т. 2. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет: інформаційно-видавничий відділ, 2002, -с. 6-9.

3. Сердюк А. С. Наближення періодичних функцій високої гладкості інтерполяційними поліномами в метриці $L_1$ / А. С. сердюк // Укр. мат. журн. – 2000. – 52 , № 7. – с. 994-998.

4. Нікольський С. М. Приближение функций тригонометрическими полиномами в среднем / С. М. Никольський // Изв. АН СССР. сер. мат. – 1946. – 10, № 3. – с. 207-256.

*Annotation. We obtained the asymptotic equations for variables that characterizes the joint approximation if the classes of $\psi$ -integrals for linear combinations $\overline{\varphi}_i$ – derived by Fourier's sums in $C -$ metric.*

*Keywords: the joint approximation, Fourier's sums, classes of $\psi$-integrals.*

УДК 37.091.26

**Кучер Д.Л.,** студентка 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сергієнко В.П.,** доктор педагогічних наук, професор

## КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*У статті розглянуто питання застосування інформаційно-телекомунікаційних технологій як засобу контролю та оцінювання знань студентів, а також визначено роль використання цих технологій у процесі комп'ютерного тестування у вищій школі.*

*Ключові слова: тест, інформаційно-телекомунікаційні технології, комп'ютерне тестування*

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, актуальність теми та постановка проблеми**. Актуальність проблеми впровадження ІКТ у навчальний процес підтверджується масштабними дослідженнями, які проводяться науково-педагогічною спільнотою України та всього світу. Питання інформатизація освіти, впровадження ІКТ у навчальний процес середньої та вищої школи висвітлені у роботах В.Ю. Бикова, Б.С. Гершунського, А.М. Гуржия, Ю.О. Дорошенка, А.П. Єршова, М.І. Жалдака, В.І. Клочко, К. Макліна, Ю.І. Машбиця, В.М. Монахова, Н.В. Морзе, О.С.Полат, С.А. Ракова, Ю.С. Рамського, І.В. Роберт, В.Ф. Шолоховича та інших. Науковими основами підготовки вчителів до впровадження ІКТ опікуються М.І.Жалдак, Н.В.Морзе, Ю.О.Дорошенко, О.В.Співаковський, В.І.Клочко, О.М.Спірін, зокрема у системі післядипломної освіти В.В.Олійник, Л.М.Забродська, В.Ю.Биков, А.Б.Веліховська.

Домінуючою тенденцією розвитку сучасної цивілізації є перехід її до інформаційного суспільства, в якому об'єктами і результатами праці переважної частини населення стануть інформаційні ресурси та знання, що відповідно вимагає ґрунтовної підготовки всіх членів соціуму до використання інформаційно-телекомунікаційних технологій у своїй професійній діяльності.

Застосування ІКТ має світоглядний аспект. Адже інформація зібрана, передана та опрацьована за допомогою автоматизованих систем, становить важливий внесок у розвиток сучасної інформаційної картини світу, а отже, і світогляду студентів. Метою стало донести до сучасних і майбутніх педагогів думку про те, що використання сучасних ІКТ та освітніх технологій забезпечує:

− ефективність усіх видів навчальної діяльності;

− якість підготовки фахівців з новим типом мислення, відповідно до вимог інформаційного суспільства;

− якісне формування професійної компетентності, культури та ін.

В умовах сучасного інформаційного суспільства перед освітою виникає глобальна проблема – збільшення кількості та підвищення якості навчальної інформації при навчальному часі, за який має бути засвоєна ця інформація.

**Дослідження та виклад основного матеріалу.** Одним із шляхів, що забезпечують вирішення цього протиріччя, є застосування комп'ютерного тестування (КТ), як частини багатьох педагогічних інновацій. Стало очевидним фактом те, що тести дозволяють отримати об'єктивні оцінки рівня знань, умінь, навичок і уявлень, виявити прогалини в підготовці. Безумовно, найбільш раціональними шляхами, що забезпечують економію часу є інтенсифікація навчального процесу, зміна загальної організації навчання і перехід від групових форм занять і контролю знань до індивідуальних, автоматизованих.

Особливості КТ як одного із способів перевірки рівня засвоєння знань були обговорені в роботі. В багатьох ВНЗ проводилось КТ знань студентів зі спеціальних та загальноосвітніх дисциплін. Результати контролю враховувались у поточному та підсумковому оцінюванні знань учнів.

В роботі хотілося б звернути увагу на інший важливий аспект використання комп'ютерних форм тестування. Основний результат такого підходу полягає в тому, що використання тестових завдань значно посилює мотивацію навчання.

Це можна пояснити такими факторами:

**1.** Тестування за допомогою комп’ютерної програми, а не на паперовому носії, певним чином нагадує комп’ютерні ігри, які дуже популярні серед молоді. Справа в тому, що реакція людини, яка отримала незадовільну оцінку при тестуванні, практично, аналогічна реакції людини, яка програла у якусь гру. З’являється азарт та бажання підвищити свої результати.

**2.** Отримання миттєвого результату у присутності студента. Майже 70% студентів висловлюють елементи недовіри, коли результати контрольних робіт оголошуються через якийсь час після їх проведення, особливо, коли на занятті не проводиться аналіз контролю за недостатністю навчального часу. Відкритий процес тестування "відмітає" всякі сумніви. Наявність ігрового моменту призводить до того, що виробляється миттєва самооцінка, яка спрямована на себе особисто, а не на завдання чи викладача. Дана самооцінка дуже сильно впливає на навчальну активність студента.

**3.** Виключення упередженого ставлення в оцінці знань студента. Відома певна категорія учнів, які впевнені в тому, що "... мені ніколи він (вона) добру оцінку не поставить". Причини для цього можуть бути різні, але суть одна – учень може бути впевнений в упередженому до нього відношенні або просто робити вигляд, що таке ставлення має місце. Це один з приводів не займатися якісним вивченням предмета, тому що це нібито марно. Тестування за допомогою ЕОМ практично виключає таке ставлення, особливо якщо тестований знає, що питання тесту обираються програмою випадково. Тому результат тестування трактується в більшій мірі не як вираження ставлення викладача, а як необхідність краще вчитися.

**4.** Простота використання і швидкість виконання тестів. Даний фактор створює ілюзію простоти і доступності матеріалу, а також легкості самого процесу навчання. Це потужний рушійний стимул. Студент, який на 100% упевнений в тому, що при певному зусиллі матеріал можна вивчити на "відмінно" – вже на голову вище того, хто вважає, що завдання нездійсненне і за нього з цієї причини не варто братися. На питання про невдалі спроби скласти тести практично неможливо почути ніякої іншої причини, крім як особистої непідготовленості.

**5.** Неминучість контролю. При проведенні звичайного заняття контроль, як правило, є вибірковим, поверхневим, дозволяє багатьом студентам думати: "А може пронесе?". При проведенні комп'ютерного тестування проводиться контроль кожного учня з усіх питань певної дисципліни. Це стимулює учнів на ретельну підготовку до заняття.

Такі основні фактори, що впливають на підвищення мотивації процесу навчання при використанні комп'ютерних тестів. Ще раз нагадаємо, що мова йде про поточний контроль; проведення підсумкового контролю – окрема велика тема, тому що підсумкові тестові завдання значно відрізняється методикою підготовки.

Як було вже сказано, коректність та надійність тестових завдань – одна з важливіших проблем успішного втілення в навчальний процес комп'ютерного тестування. Складання тестів – непростий процес, який потребує певного рівня професіоналізму і досвіду навчально-методичної роботи викладача. Багато чинників необхідно врахувати під час складання тестових завдань. Перш за все, необхідно визначити межі предметної області і розбити її на розділи, які в свою чергу розбиваються на підрозділи і т.д., та визначити найбільш важливі поняття в підрозділах, знання яких забезпечує засвоєння дисципліни в цілому.

Наступним етапом є складання плану тесту - приблизна розкладка необхідного числа завдань різного ступеня складності та різних типів на кожен розділ предметної області. [4]

Найвідповідальніший етап - складання і підбір тестових завдань. Як відомо, тестові завдання бувають наступних типів:

Завдання закритого типу – випробуваному пропонується вибрати правильний варіант з набору варіантів відповідей; Завдання на відповідність – випробовуваний повинен привести у відповідність поняття і їх визначення; Завдання на встановлення послідовності – випробовуваний повинен розташувати поняття в певній послідовності; Завдання відкритого типу – випробуваний повинен дати чітку, однозначну відповідь; Ситуаційні завдання – випробовуваний повинен обчислити значення будь-якого параметра, якщо відомі конкретні значення інших, пов'язаних з ним. Такі завдання дозволяють виявляти вміння випробуваного застосовувати теоретичні знання для вирішення конкретних завдань. [3]

На закінчення хочеться додати, що використання КТ в навчальному процесі як один зі способів контролю знань дозволяє: в найкоротші терміни перевірити знання великої групи учнів; виявити недоліки при вивченні конкретного навчального матеріалу і використовувати отримані результати для управління ходом навчального процесу; застосувати методи математичної статистики для оцінки ступеня засвоєння навчального матеріалу; отримати об'єктивну оцінку знань учнів; позбавити викладача від рутинної роботи щодо контролю знань традиційними способами: перевірка різних письмових робіт, усні опитування на семінарах, екзаменах, заліках тощо; організувати навчальний процес таким чином, що увага учнів акцентується на самостійній роботі. [1]

Проте КТ не повинно повністю замінювати традиційні методи навчання і контролю знань, можливість безпосереднього спілкування викладача і студента, а має виступати як їх істотне, зручне доповнення.

**Список використаних джерел**


1. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий / В. С. Аванесов. – М. : Адепт, 1998. – 196 с.
2. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий : учебное пособие / В. С. Аванесов. – М. : Иссл. Центр по проблемам качества подготовки специалистов, 1991. – 136 с.
3. Голубєва Н. В. Комп’ютерне тестування як одна з форм сучасного контролю знань // Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи : зб. наук. пр. / Н. В. Голубєва, В. О. Дурєєв, С. М. Бондаренко, М. М. Мурін. – Львів : ЛДУБЖД, 2006. – Вип. 1. – С. 309-313.
4. Ефремова Н. Ф. Тестирование и мониторинг : рекомендации учителю // Стандарты и мониторинг в образовании / Н. Ф. Ефремова. – 2001. – № 3. – С. 73-75.
5. Кадемія М. Ю. Комп’ютерна обробка тестів у професійній діагностиці : методичний посібник / М. Ю. Кадемія, О. П. Лящ, А. М. Стець – Вінниця : НМЦ ПТО, 2004. – 46 с.



*The article deals with the application of ICT as a means of control and assessment of student learning and the role of these technologies in the computer-based testing in high school.*

*Keywords: test, information and telecommunications technology, computer testing.*

УДК 533.951
**Кушнір Г.В.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Губанова А.О.**, кандидат фізико-математичнихнаук, доцент

## ЗАСТОСУВАННЯ ЯВИЩА ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ

*У статті аналізується явище поверхневого плазмонного резонансу та його практичне значення.*

*Ключові слова: плазмон, поверхневий плазмонний резонанс, електромагнітні хвилі.*

Електромагнітні хвилі поширюються вздовж розділу середовищ металу і діелектрика. Ці хвилі називаються поверхневими оптичними хвилями або поверхневими плазмонами. Вони являють собою спільне коливання густини вільних електронів всередині металу. Поверхневі плазмони існують лише в певній області частот та збуджуються світлом лише в умовах порушеного повного внутрішнього відбиття. Головною особливістю поверхневого плазмону являється те, що він поширюється лише вздовж межі поділу середовищ і його поле швидко затухає при віддаленні від границі (рис.1).

Внаслідок колективних коливань електронів провідності або ж плазмонів в металевих структурах виникає електромагнітний резонанс. Подібні явища виникають в різних металах, зокрема благородних, таких як золото і срібло.

Поверхневий плазмон є поперечною хвилею, тому його вектор напруженості електричного поля перпендикулярний межі розділу метал –

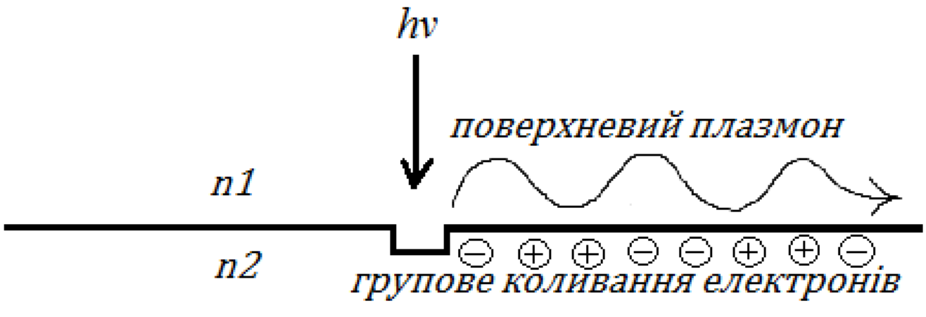



*Рис. 1. Збудження поверхневого плазмону на поверхні металу*

діелектрик та напрямку його поширення. Напруженість електричного поля досягає максимуму на межі розділу метал – діелектрик і потім експоненційно затухає як у металі, так і в діелектрику. Величина загасання поля залежить від довжини хвилі випромінювання і діелектричної проникності матеріалів. Для збудження поверхневого плазмона на границі має виконуватися узгодження проекції хвильового вектора падаючого випромінювання, паралельного межі розділу і хвилевового вектора поверхневого плазмона. Для досягнення такого узгодження хвильових векторів зазвичай використовують узгоджувальні пристрої, такі як призма, хвилевід або субхвильова решітка [3].

Поверхневий плазмонний резонанс виникає на поверхні металу за умови повного внутрішнього відбиття та характеризується специфічним кутом відбиття і, отже, показником заломлення. Цей ефект, виникаючи на поверхні металевої плівки, поширюється вглиб розчину, затухаючи експоненціально як функція відстані [1].

Завдяки тому, що на поверхні відбуваються такі явища, можна досліджувати оптичні характеристики різних речовин, аналізувати зміни в структурі протягом певного часу, помістивши досліджуваний зразок на метал. Одним з перспективних оптичних методів для аналізу різноманітних сполук і мікрооб’єктів та процесів на молекулярному рівні є рефрактометричний метод на основі явища поверхневого плазмонного резонансу.

Найбільш актуальною областю застосування поверхневого плазмонного резонансу залишається вивчення механізмів специфічних біомолекулярних взаємодій. У зв'язку з розвитком таких галузей людської діяльності як фармакологія, медицина, виробництво продуктів харчування, контроль навколишнього середовища і сільське господарство важливою проблемою є визначення концентрації хімічних і біологічних речовин у різних середовищах. Для вирішення цих задач присвячений інтенсивний розвиток досліджень в області створення дешевих і надійних аналітичних приладів для реєстрації тих чи інших з'єднань у різних середовищах. Такими приладами є хімічні і біологічні сенсори, що містять власне чутливий шар до якого під’єднаний фізичний перетворювач.

До ряду приладів входять спектрометри поверхневого плазмонного резонансу серії «Плазмон» [5]. Ці прилади можуть успішно використовуватися під час дослідження явищ, які характеризуються зміною оптичних властивостей тонких приповерхневих шарів, використовуються для проведення аналізів медико-біологічного профілю.

Прилад побудований за геометрією Кречмана [2]. Основним елементом приладу є призма, що встановлена на поворотнім столику. Одна грань призми – дзеркальна. Вона відбиває промінь, що повернувся від скляної пластинки, покритої тонким шару металу, на нього поміщається досліджувана речовина. Також прилад складається з джерела збудження поверхневих плазмонів чутливого елементу та фотоприймача. Лазер є джерелом збудження поверхневих плазмонів. Принцип роботи приладу «Плазмон» полягає у визначенні зміни показника заломлення досліджуваної речовини, шляхом вимірювання зсуву мінімуму кривої поверхневого плазмонного резонансу.

Аналітичні прилади на поверхневому плазмонному резонансі використовуються для визначення певних змін не тільки у рідинах, а й у газах. Тому їхнє практичне застосування поширюється на сільське господарство та екологічний моніторинг навколишнього середовища для вирішення задач пов'язаних з визначенням якості повітря, води, городини, садовини, злаків, продуктів харчування. Техніка на основі поверхневого плазмонного резонансу використовується для кількісного та якісного аналізу складових повітря та парів органічних речовин. Також використовується для інтегрального контролю якості води та її структурованості, визначення іонів металів у воді та в продуктах харчування та для визначення наявності та кількості пестицидів і гербіцидів у воді та продуктах харчування.

Найбільш перспективна область використання нового методу (враховуючи його безпрецедентну чутливість і можливість застосування в живій клітині) — це генетичний аналіз молекул РНК і продуктів експресії генів, рідко включаються в «нормальних» умовах, про роботу яких майже нічого не відомо. Крім того, можна буде визначати білки-супутники різних форм раку, токсини і вірусні частинки [4].

Отже, поверхневий плазмонний резонанс – це явище порушення умови повного внутрішнього відбивання від металевої поверхні внаслідок зменшення інтенсивності світлового потоку при проходженні його через середовище колективних коливань електронів провідності. Воно є постійним об'єктом вивчення. Прилади ж, розроблені на основі даного явища, мають велике практичне застосування не тільки у наукових дослідженнях, а й у різноманітних галузях виробництва та людської діяльності.

**Список використаних джерел**

1. Эффект поверхностного плазмонного резонанса: [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://studopedia.ru/ view_sfpip.php?id=15.

2. Kretschmann E., Raether H. Radiative decay of non-radiative surface plasmons excited by light // Naturforschung. - 1968. – Vol.123. - P.2135-2136.

3. Мамичев Д.А. Оптические сенсоры на основе поверхностного плазмонного резонанса для высокочувствительного биохимического анализа /Д.А. Мамичев, И.А. Кузнецов, Н.Е. Маслова, М.Л. Занавескин. – М.: Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», 2012.

4. Миграция энергии плазмонного резонанса: вторая жизнь оптической спектроскопии:[Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://biomolecula.ru/content/197.

5. Спектроскопия поверхностного плазмонного резонанса [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://plasmon.org.ua.

*The article analyzes the phenomenon of surface plasmon resonance and its practical significance.*

*Keywords: plasmon, surface plasmon resonance, electromagnetic waves.*

УДК 373.5.016:53:37.091.39

**Левицький І. М.**, студент 5 курсу фізико-математичного факультету
**Жук П.А.**, студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Білик Р.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## РОЗВИТОК ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ ШКОЛЯРІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

*У статті досліджено проблему творчості та розглянуто процедуру розвитку творчого мислення школярів на уроках фізики.*

*Ключові слова: творчість, мислення, творче мислення, фізика.*

Шкільний курс фізики має величезні можливості для розвитку творчого мислення учнів. Розв`язанню цієї проблеми присвячені праці відомих методистів-фізиків: О.Бугайова (науковий метод пізнання), С.Гончаренка (формування наукового світогляду), Р.Малафєєва (творче мислення у проблемному навчанні), В.Разумовського (циклічність наукового пізнання), Л.Тарасова (узгоджений розвиток право- та лівопівкульного мислення), О.Сергєєва (наукове прогнозування та механізми інтуїції під час розв`язування творчих задач), Б.Кремінського (науковий стиль мислення), П.Атаманчука (керування навчально-пізнавальною діяльністю, спрямоване на розвиток творчої індивідуальності), О.Ляшенка (понятійне мислення), А.Павленка (мислення в процесі розв`язування і складання фізичних задач), Є.Коршака (науковий метод пізнання у розв`язуванні експериментальних задач), Н.Бабаєвої (розвиток розумової діяльності учнів), А.Давидьона (розвиток творчих здібностей), Н.Звєрєвої (природничо-наукове мислення), І.Коробової (розвиток дивергентного мислення).

Актуальність даної проблеми пов’язана з тим, що розвиток і вдосконалення творчого мислення, особливо в період серйозних соціальних змін у нашій країні, дозволить школярам виробити навички знаходити ефективні рішення для розв’язання будь-яких проблем; набуття досвіду творчої діяльності дасть можливість майбутнім громадянам України досягти в житті бажаного результату, само реалізуватися.

Мислення – це вища форма активного відображення об'єктивної реальності, що складається з цілеспрямованого, опосередкованого й узагальненого пізнання суб'єктом істотних зв'язків і відносин, предметів і явищ, у творчому створенні нових ідей, у прогнозуванні подій і дій. Воно дає можливість людині переходити від споглядання явищ до розуміння їхньої сутності, до розкриття їхніх закономірних зв'язків і відносин. Завдяки цьому людина може впливати на навколишню дійсність. Мислення є результатом розвитку відображення, тому розвиток мислення виражається у змінах його змісту, формах і прийомах. Розрізняють репродуктивний і продуктивний, конвергентний і дивергентний типи мислення. Для пізнавального мислення характерні репродуктивний і конвергентний типи. Репродуктивне мислення засноване на тих пізнавальних здібностях, що гарантують міцне засвоєння так званих готових знань, точне відтворення того, що дається для заучування. Це здібності, в основному пам'ять і увага. Вони мають свою цінність, але їхній розвиток – лише частина навчання. Мислення конвергентного типу спрямоване на пошук кращого єдиного вирішення проблеми чи на пошук єдиної правильної відповіді на поставлене питання.

Знаходження заздалегідь визначених рішень здійснюється за допомогою конвергентного мислення, яке часто протиставляється дивергентному. Якщо дивергентне мислення – це мислення, яке йде одночасно в різних напрямках, воно варіює способи вирішення проблем і може привести до несподіваних висновків і наслідків, то конвергентне мислення виявляється в тому випадку, коли людина вирішує завдання, яке вимагає від неї на основі множини різних початкових умов вибрати єдине вірне рішення (тобто мислення, яке сходиться).

На думку вчених, дивергентне мислення є однією з найважливіших якостей творчої особистості. Творче мислення володіє трьома специфічними рисами, що виявляються при вирішенні проблем. Першою такою специфічною рисою є висока рефлексія (здатність до осмислення і переосмислення). Рефлексія може бути спрямована на зміст своїх дій, на себе чи на своїх товаришів, а також на групу в цілому і на міжгрупову взаємодію. Рефлексія розглядається психологами як найбільш важливий механізм творчості, що забезпечує вироблення оригінального рішення. У якості другої специфічної риси творчого мислення можна виділити здатність до пошуку рішення в умовах невизначеності. Третьою характерною рисою творчого мислення є здатність до подолання інтелектуальних труднощів.

Розвиток будь – якого процесу, у тому числі й мислення – процес якісний, пов'язаний з виникненням у різних сферах людської психіки новоутворень. Розвиток безпосередньо пов’язаний з діяльністю людини, яка передбачає наявність суб’єкта діяльності, предмета діяльності, засобів діяльності та результату діяльності. Розгортання процесу розвитку можна зобразити схемою:

становлення – зміна – рух – розвиток – творчість.

Творчість – продуктивна форма активності і самостійності людини. Її результатом є наукові відкриття, винаходи, створення нових музичних, художніх творів, вирішення нових завдань у праці лікаря, вчителя, художника, інженера тощо. Школа третього тисячоліття – це школа з творчо – обдарованими  педагогами, які виховують творчо розвинутих учнів.

Сучасна наука визначає творчість як процес створення нових духовних і матеріальних цінностей, як найвищий рівень пізнання. Це процес розв’язання завдання, стан натхнення людини – спалах її енергетичного потенціалу, який розкриває межу невідомого, виокремлює його частину й перетворює його на відоме. Розрізняють наукову творчість, художню, літературну, педагогічну та інші види творчості. Творчість – психологічно складний процес. У центрі його – уява, навколо неї задіяні інші психічні процеси: увага, пам’ять, мислення, які виявляються в тих знаннях, що є в людини. Уява доповнюється здібностями і вміннями, процес творчості може відбуватися лише за умови відповідного емоційного фону. Показниками творчого мислення є гнучкість, швидкість, оригінальність. На їх розвиток можна впливати в процесі навчання фізики.

Таким чином, до системи завдань творчого характеру, яка здатна забезпечити активну роботу мислення, можна віднести: інтегровані задачі (на складання та розв`язання); задачі на варіації, що містять вимогу дати якомога більше варіантів вирішення проблеми; завдання відкритого типу, в яких конкретно не обговорені умови протікання процесу. Такі задачі мають декілька правильних розв`язків у залежності від умов, що можуть змінюватися; задачі з розвитком змісту (на складання з даної задачі декількох інших або придумування вимог до задачі); завдання на розвиток творчої уяви як елемента дивергентного мислення – вигадування загадок, складання опорних конспектів, написання фантастичних творів, “перевтілення”, малювання фізичних явищ та інші; завдання, в яких необхідно передати зміст фрази іншими словами. Вони сприяють розвитку точності мислення, вміння побачити фізичну суть явища.

## Список використаних джерел

1. Атаманчук П.С., Кух А.М. Оптимізація управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів з фізики на основі використання персональних ЕОМ //Збірник наукових праць КПДПІ. Серія фізико-математична: КПДПІ, 1995 – Вип. 2 – С. 264-269

2. Атаманчук П.С. Концепція управління навчально-пізнавальною діяльністю в навчанні фізики // Фізика та астрономія. – 1999. № 3. – С. 3-6.

3. Олійник В. Активізація пізнавальної діяльності учнів 7-8 класів на уроках фізики //Фізика та астрономія. – 1998. – №4. – С. 38-40.

4. Делікатний К. Г. Роль запитань вчителя в активізації учнів на уроці1. – К., 1964. – С. 101.



*In the article the problem of creativity and considered process of creative thinking of pupils at physics lessons.*



*Keywords: creativity, thinking, creative thinking, physics.*



УДК 378.016:004



**Леxіцький П.З.,** студент 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Мендерецький В.В.**, доктор педагогічних наук, професор


## МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ


*У статті викладені загальні підходи до методики застосування інформаційно-комунікаційних технологій в системі оцінювання знань студентів. Наведено приклади конкретних методик, вже реалізованих вченими даної галузі, а також способи покращення та спрощення взаємодії викладача та студента.*



*Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, оцінювання знань студентів, методика.*


Сучасні інформаційні технології допомагають вирішувати найрізноманітніші завдання, а часто цілком заміняють інтелектуальну працю. Наслідком стрімкої комп'ютеризації суспільства стало впровадження інформаційних технологій і в систему освіти. Комп'ютерна грамотність в сучасних умовах є компонентом професійної компетентності та необхідною умовою ефективної професійно-педагогічної діяльності викладача і майбутнього фахівця.

Інформаційно-комунікаційні технології (від англ. Information and communications technology) — часто використовується як синонім до інформаційних технологій, хоча інформаційно-комунікаційні технології це загальніший термін, який підкреслює роль уніфікованих технологій та інтеграцію телекомунікацій (телефонних ліній та бездротових з'єднань), комп'ютерів, програмного забезпечення, накопичувальних та аудіовізуальних систем, які дозволяють користувачам створювати, одержувати доступ, зберігати, передавати та змінювати інформацію. Іншими словами, інформаційно-комунікаційні технології складаються з інформаційних технологій, а також телекомунікацій, медіа-трансляцій, усіх видів аудіо і відеообробки, передачі, мережевих функцій управління та моніторингу. Вираз вперше було використано в 1997 році у доповіді Денніса Стівенсона для уряду Великобританії, який посприяв створенню нового Національного навчального плану Великої Британії в 2000 році.

Дана технологія пов'язана зі створенням, збереженням, передачею, обробкою та управлінням інформації. Цей вживаний термін включає в себе всі технології, що використовуються для спілкування та роботи з інформацією. Концепція *інформаційних технологій* була додана до елементу *комунікації* і виникла у 1980-ті роки. Наразі інформаційно-комунікаційні технології включають апаратні засоби (комп'ютери, сервери тощо) та програмне забезпечення (операційні системи, мережеві протоколи, пошукові системи).

Питанню використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій присвячено чимало теоретичних і експериментальних досліджень. Зокрема, особливості використання інформаційних технологій в освітньому процесі висвітлено у дослідженнях Романа Гуревича, Юрія. Жука, Віталія Клочка, Наталія Морзе та ін. Питання використання засобів ІКТ у закладах освіти розглянуто у роботах Романа Гуревича, Ірини Дровнікової, Майї Кадемії, Анатолія Сіцінського та ін.

Психолого-педагогічним аспектам застосування математичних пакетів у викладанні математики у вищому навчальному закладі присвячена стаття Юрія Лотюка [4]. Автор публікації пропонує розрізняти недоліки, зумовлені недосконалістю того чи іншого математичного пакета, та недоліки, зумовлені неповною реалізацією потенційних можливостей комп’ютера. Оцінюючи комп’ютер як засіб педагогічного призначення, дослідник пропонує передусім враховувати, що комп’ютер не більше як помічник педагога, а не його заміна.

Проблемі використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі присвячені також дисертаційні дослідження Інни Богданової, Любові Павлюк, Ірини Синельник та інших дослідників.

Зокрема, Інна Богданова у своєму дослідженні [1] здійснила теоретичний аналіз процесу професійно-педагогічної підготовки майбутніх учителів за модульним підходом до навчання з комп’ютерною підтримкою.

У дисертаційному дослідженні Ірини Синельник розкрито місце й роль комп’ютерних засобів в управлінні навчальною діяльністю студентів.

Від занадто широкого й методично невиправданого застосування комп’ютера в навчальному процесі застерігає Олександр Вербицький: “Необхідно перш за все визначити конкретні цілі та зміст навчання у комп’ютерному варіанті. Якщо виявиться, що цілі можуть бути досягнуті за допомогою традиційних, надійних, звичних для викладача і студентів засобів, то краще за все звернутися саме до них. Для комп’ютерного навчання доцільно відбирати лише той зміст, розробка та засвоєння якого не може обійтися без електронно-обчислювальних машин” [2, с.198].

Про актуальність та перспективність досліджень у напрямку розробки та впровадження методичних систем навчання математики в умовах використання інформаційно-комунікаційних технологій зазначається, зокрема, в дисертаційному дослідженні Віталія Клочка [3]. Він виділяє такі характерні відмінності традиційної освіти й сучасних вимог до технології навчання, на яких ґрунтується підхід до побудови методичної системи навчання математики на базі нових інформаційних технологій:

1) традиційна система навчання готувала фахівців до умов виробництва, яке вже функціонувало, завданням сучасної системи освіти є підготовка фахівців які б могли працювати не лише на виробництві;

2) у традиційній системі освіти домінує технократичний підхід з прагматичними цілями, а у сучасних умовах виникає необхідність гуманітаризації освіти;

3) традиційна система освіти орієнтувалась на стійку систему знань, умінь і навичок. Таким чином, необхідні еквіваленти елементів знань, які були б стійкими відносно зміни умов виробництва;

4) традиційна система освіти була в основному спрямована на репродуктивну діяльність, творча компонента була присутня у незначній мірі. Сучасні умови виробничої діяльності потребують творчих фахівців, які мислять нестандартно;

5) традиційна технологічна діяльність орієнтувалась на статичну картину світу. В умовах сьогодення, технології розвиваються з кожною хвилиною, тому доцільніше було б оновлювати методичні рекомендації для дисциплін, які використовують інформаційно-комунікаційні технології хоча б кожного року перед початком навчання [3].

Вважаємо, що одним із основних завдань сучасної освіти є підготовка викладача, який вільно орієнтується у світовому інформаційному просторі, який володіє знаннями та навички щодо пошуку, обробки та зберігання інформації, використовуючи сучасні комп'ютерні технології. Цей напрямок вважаємо перспективним, адже в цілому освіта характеризується як велика система, якісне функціонування якої неможливе без використання сучасних телекомунікаційних і комп'ютерних засобів зберігання, опрацювання, передавання та подання інформації. Розширення напрямків застосування інформаційно-комунікаційних технологій навчання в процесі підготовки студентів є одним з найбільш перспективних шляхів удосконалення методичної системи навчання.

Очевидно, що реалізація даної методики стримується через нерозв'язність таких проблем: 1) відсутність теоретичного обґрунтування комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання у ВНЗ; 2) відсутність створеної інформаційно-технічної бази для більшості навчальних дисциплін і окремого, притаманного лише конкретному предмету, методичного забезпечення щодо використання комп'ютерної техніки у навчанні.

Інтенсифікація навчання, що характеризується збільшенням обсягу навчального матеріалу та зменшенням часу засвоєння, потребує пошуку ефективних методів навчання, засобів контролю засвоєння знань, що змогли б значно підвищити якість навчання. Збільшення кількості комп'ютерної техніки та подальше її вдосконалення дає можливості викладачам використовувати інформаційні технології не тільки при вивченні інформатики, але й поєднати викладання інших дисциплін із використанням комп'ютерної техніки. Новітні розробки в галузі інформаційних технологій змінюють спосіб їх застосування при вивченні різних дисциплін у процесі навчання.

Приходимо до висновку, що наразі відбувається активне впровадження в навчальний процес інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема, мультимедіа та інтерактивних технологій. Зрозуміло, що застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі дозволить реалізувати ідеї індивідуалізації та диференціації навчання, а також спростити роботу викладача в плані об'єктивного оцінювання знань студентів, що є одним із завдань сучасної системи освіти України. Також потрібно паралельно із запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій розробляти методичні вказівки для кожної з навчальних дисциплін, потрібно проводити аналіз отриманих результатів при застосуванні даних методик та вносити конструктивні зміни для підвищення навчального рівня підготовленості студентів.

**Список використаних джерел**

1. Богданова И. М. Формирование профессионально-педагогической готовности будущих учителей к компьютерному образованию школьников / Богданова И. М.: Дис. канд. пед. наук: 13.00.01 / Одес. пед. ин-т им. К. Д. Ушинского. – О., 1989. – 158 с.

2. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / Вербицкий А. А.: Метод. пособие. – М.: Высш. шк., 1991. – 207 с.

3. Клочко В. І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі / Клочко В. І.: Дис. докт. пед. наук: 13.00.02 / Вінницький державний технічний ун-т. – Вінниця, 1998. – 396 с.

4. Лотюк Ю. Г. Застосування математичних пакетів у викладанні математики у вищому навчальному закладі // Комп'ютер у школі та сім'ї. / Лотюк Ю. Г., 2001. – №3. – С. 21-24.

*The article presents common approaches to methods of using information and communication technologies in the assessment of student learning. Examples of specific techniques, scientists have realized this area and ways to improve and simplify the interaction between teacher and student.*

*Key words: information and communication technologies, assessment of student learning, technique.*

УДК 681.142.2

**Маковська А.В.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сморжевський Ю.Л**., кандидат педагогічних наук, доцент

## МЕТОДИКА НАВЧАННЯ УЧНІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЮ СТЕРЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ У СЕРЕДНІХ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ АКАДЕМІЧНОГО ТА ПРОФІЛЬНОГО РІВНІВ

*У статті розглянуто методику навчання учнів розв'язуванню стереометричних задач у середніх загальноосвітніх навчальних закладах академічного та профільного рівнів.*

*Ключові слова: математична задача, стереометрична задача, стереометрія, переріз, площина, профільний рівень, академічний рівень.*

**Актуальність теми.** Тема “Методика навчання учнів розв'язуванню стереометричних задач у середніх загальноосвітніх навчальних закладах академічного та профільного рівнів” є актуальною, оскільки школа перейшла на 11-річний термін навчання і чотирьохрівневе навчання, а методика розв’язування задач в цих умовах не розробляється,

Розв’язуючи задачі, учні засвоюють найважливіші математичні поняття, оволодівають математичною символікою, навчаються виконувати доведення тощо. Крім того, математичні задачі можуть готувати учнів до засвоєння нових теоретичних питань, допомагати закріпленню здобутих знань, ілюструвати практичні застосування вивченого матеріалу. У процесі розв’язування задач в учнів формуються навички розумової праці, а також важливі риси характеру: наполегливість, уважність, зосередженість.

Розв’язування задач – одна з найважливіших змістових ліній у шкільному курсі математики. Над розробленням методики розв’язування стереометричних задач працювали такі методисти, як Бевз Г.П., Бурда М.І., Гольдберг Я.Є., Медяник А.Г., Бродський Я.С., Гречук В.Ю., Павлов О.Л., Сліпенко А.К. та розроблені методики не повністю задовольняють чотирьохрівневе навчання і не завжди відповідають новим підручникам з геометрії для 10 – 11 класів.

Оскільки школа перейшла на 11-річний термін навчання і чотирьохрівневе навчання, а методика розв’язування задач в цих умовах не розробляється, то є актуальною тема: «Методика навчання учнів розв’язуванню стереометричних задач у середніх загальноосвітніх навчальних закладах академічного та профільного рівнів».

**Мета дослідження** полягає в тому, щоб розробити методику розв’язування стереометричних задач, яка ґрунтується на сучасній концепції рівневого навчання і яка дасть можливість учням краще засвоїти курс геометрії основної школи, розвинути математичне мислення, увагу, пам’ять в учнів.

**Виклад основного матеріалу.** Варто зазначити, що зовсім недавно стереометричні задачі в школі розглядались виключно як ціль навчання математики, зокрема стереометрії. На сучасному етапі уточнення цілей навчання математики в школі стереометрична задача відіграє подвійну роль – як ціль вивчення стереометрії, та як засіб вивчення стереометрії, причому, на усіх етапах її вивчення. [1]

Кожна конкретна стереометрична задача призначена для досягнення певної конкретної мети навчання геометрії. Залежно від досягнення тієї чи іншої мети стереометрична задача має виконувати низку функцій:

1. Навчальна функція – функція, що спрямована на розвиток умінь, навичок та математичних знань учнів, що передбачені програмою.

2. Розвиваюча функція – функція, що спрямована на формування в учнів мисленнєвої діяльності.

3. Виховна функція – функція, що виховує кмітливість учнів, культуру мови, графічну культуру, наполегливість тощо;

4. Контролююча функція – в самостійних і тематичних контрольних роботах найчастіше пропонуються задачі.

Зважаючи на те, яку навчальну функцію має стереометрична задача, розрізняють задачі за навчальною роллю:

1. Задачі для засвоєння математичних понять.
2. Задачі для оволодіння математичною символікою.
3. Задачі для навчання доведенням.
4. Задачі для формування математичних умінь і навичок.
5. Задачі, які передують вивченню нових математичних фактів.

Залежно від вимог, яких має дотримуватися учень, розрізняють такі стереометричні задачі [5]:

– на обчислення — розвивають обчислювальні навички, сприяють запам'ятовуванню формул стереометрії, повторенню формул планіметрії;

– на побудову – розвивають уміння уявляти ту чи іншу геометричну фігуру, оперувати її елементами в уяві, сприяють розвитку геометричної інтуїції, просторового мислення, пошукових навичок розв'язування практичних проблем;

– на доведення – розвивають логічне мислення, формують геометричну грамотність учнів, сприяють активізації мисленнєвої діяльності, більш глибокому і свідомому засвоєнню методів і прийомів геометричних доведень;

– на дослідження – розвивають пошукові здібності учнів, спонукають до самостійного дослідження практичних проблем, розвивають увагу, наполегливість, цілеспрямованість та винахідливість.

Процес розв'язування стереометричної задачі традиційно поділяють на:

– осмислення умови та завдання задачі – ознайомлення з умовою задачі, виокремлення умов і завдань задачі;

– складання плану розв'язування задачі – виявлення зв'язку задачі з теорією та іншими задачами, аналіз завдань задачі, аналіз умови задачі;

– реалізація плану розв'язування задачі – проведення розрахунків, запис пояснень, поетапний опис розв'язання;

– вивчення знайденого розв'язку задачі – дослідження перебігу розв'язання і

– формулювання задачі, пошук нових способів розв'язування задачі, засвоєння тих моментів, що можуть стати у нагоді при подальшому розв'язуванні задач.

На кожному з етапів розв’язування стереометричної задачі відбувається досягнення тієї чи іншої цілі навчання математики [4].

Після вивчення кожного типу задачі варто пропонувати учням різнорівневі завдання початкового, середнього, достатнього та високого рівнів. Наведемо приклад розроблених нами завдань із досліджуваної теми [2]:

***Початковий рівень***

1. В основі піраміди лежить ромб зі стороною 6 см і кутом $60^{\circ}$. Висота піраміди дорівнює 10 см. Знайдіть її об’єм.
2. Площина перетинає дві грані куба. Доведіть, що лінії перетину цих граней паралельні.
3. Побудуйте переріз куба площиною, що проходить через середину ребра, перпендикулярно до цього ребра.

***Середній рівень***

1. Бічні ребра трикутної піраміди попарно перпендикулярні та мають довжини $a, b, c$. Знайдіть її об’єм.

***2.*** Паралелограми $ABCD$ і $ABC_1D_1$ належать різним площинам. Доведіть, що чотирикутник $CDD_1C_1$ – теж паралелограм.

3. Побудуйте переріз трикутної піраміди площиною, яка проходить через три точки на її поверхні.

***Достатній рівень***

1. Знайдіть об’єм циліндра, вписаного у правильну шестикутну призму, кожне ребро якої дорівнює $a$.
2. Паралельні прямі $a$ і $b$ не лежать у площині α. Якщо $a \parallel \alpha$, то і $b \parallel \alpha$. Доведіть
3. Побудуйте переріз трикутної призми $ABCA_1B_1C_1$ площиною, яка містить ребро $AB$ і проходить через вершину $C_1$.

***Високий рівень***

1. Кожне ребро паралелепіпеда дорівнює 1 см. При одній з вершин паралелепіпеда всі три плоских кути гострі, по 2α кожний. Знайдіть об’єм паралелепіпеда
2. Доведіть, що будь-яка пряма, що перетинає одну із паралельних площин, перетинає і другу.
3. Побудуйте переріз куба $ABCDA_1B_1C_1D_1$ площиною, що проходить через вершину $B_1$ і дві точки $M$ і $N$, які лежать на ребрах $AA_1$ і $CC_1$. Розгляньте різні випадки розміщення точок $M$ і $N$.

**Висновок:** Результати експериментального дослідження показали, що використання даної методики забезпечує більш високий рівень засвоєння учнями навчального матеріалу, сприяє розвитку в учнів стійкого інтересу до вивчення математики, розвиває логічне мислення, прагнення до пошуку, виховує потребу в самовдосконаленні, прагненні до самопізнання; підтвердили ефективність розробленої методики.

**Список використаних джерел**


1. Бевз Г.П. Методика розв’язування стереометричних задач: Посібник для вчителя / Г.П. Бевз. – К.: Рад. шк., 1988. – 192 с.
2. Бурда М.І. Геометрія: підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл.: академ. рівен. / М.І. Бурда, Н.А. Тарасенкова. – К.: «Зодіак-ЕКО», 2010 р. – 232 с.
3. Гольдберг Я.Е. С чего начинаються решение стереометрической задачи / Я.Е. Гольдберг. – К.: Рад. шк., 1990. – 118 с.
4. Кирик І.О. Диференційований підхід у процесі розв’язування стереометричних задач / І.О. Кирик // Науковий вісник, 2008, вип. 30. – С. 168.
5. Сморжевський Л.О. Стереометрія. Дидактичні матеріали та тематичні перевірочні роботи для рівневого навчання / Л.О. Сморжевський, Ю.Л. Сморжевський. – Кам’янець-Подільський: «Абетка-Нова», 2002 р. – 68 с.
6. Слєпкань З.І. Ще раз про диференціацію навчання математики і роль в ній освітнього стандарту / З.І. Слєпкань // Математика в школі. – 2002. – №2. – С. 29 – 30.



*Methods of teaching students stereometric solving problems in secondary schools and specialized academic levels will help to ensure a higher level of assimilation of students of educational material, promote the development of students' sustained interest in the study of mathematics, develop logical thinking, the desire for self-knowledge and self-improvement.*



*Keywords: mathematical task, stereometry task, stereometry, cut, plane, the profile level, the academic level.*



УДК 511.331



**Маринiна Н.І.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Кріль С.О**., кандидат фізико-математичних наук, доцент


## ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ІНТЕГРУВАННЯ ПРИ НАБЛИЖЕННІ $\psi$ –ФУНКЦІЇ ЧЕБИШОВА


*У статті розглядаються два способи наближення $\psi$ -функції Чебишева, а саме за допомогою формули Мангольдта та з використанням Ейлерового добутку.*

*Ключові слова: формула Мангольдта для $\psi(x)$, дзета-функція Рімана, комплексне інтегрування, асимптотична формула, функція Чебишева.*

Метод комплексного інтегрування дозволяє написати уявні формули, які пов’язують різного виду суми по простих числах з нулями дзета-функції. Одна з таких формул — формула Мангольдта для $\psi(x)$.

**Теорема.** Нехай $2 \le T \le x$. Тоді

$$\psi(x) = \sum_{n \le x} \Lambda(n) = x - \sum_{|\operatorname{Im}\rho| \le T} \frac{x^\rho}{\rho} + O\left(\frac{x \log^2 x}{T}\right),$$

де $\rho$ – нулі дзета-функції у критичній смузі.

Формули для функцій $\pi(x)$ та $\psi(x)$, пов'язаних з розподілом простих чисел, носять характер розгортання. Вони враховують лише ті прості числа, що не перевищують змінної величини $x$. Тому в ряді випадків доцільно розглядати неповну дзета-функцію

$$\zeta(s; x] = \prod_{p \le x} (1 - p^{-s})^{-1}.$$

Тоді при $\sigma > 1$ $\xi(s) = \lim\limits_{x \to \infty} \zeta(s; x]$.

Нехай при фінансованому простому $p$

$$\alpha_p(s) = 1 + p^{-s} + p^{-2s} + \ldots = (1 - p^{-s})^{-1}.$$

Дослідимо функцію $\alpha_p(s)$.

$$\alpha_p(s) = (1 - p^{-s})^{-1} = (1 - p^{-\sigma - it})^{-1} = (1 - p^{-\sigma}(\cos t \ln p - i \sin t \ln p))^{-1} =$$

$$= p^\sigma\big((p^\sigma - \cos t \ln p) + i \sin t \ln p\big)^{-1} =$$

$$= \frac{p^\sigma}{\sqrt{p^{2\sigma} - 2p^\sigma \cos t \ln p + 1}} \cdot e^{-iarctg \frac{\sin t \ln p}{p^\sigma - \cos t \ln p}}.$$

Таким чином

$$|\alpha_p(s)| = \frac{p^\sigma}{\sqrt{p^{2\sigma} - 2p^\sigma \cos t \ln p + 1}}; \ \arg \alpha_p(s) = -arctg \frac{\sin t \ln p}{p^\sigma - \cos t \ln p}.$$

Очевидно, що $\dfrac{p^\sigma}{p^\sigma + 1} \le |\alpha_p(s)| \le \dfrac{p^\sigma}{p^\sigma - 1}$; $|\arg \alpha_p(s)| \le \dfrac{1}{\sqrt{p^{2\sigma} - 1}}$ $(\sigma > 0)$.

Якщо скористатися розкладом в ряд по степенях $s$ функції $\dfrac{s}{e^s - 1}$, то матимемо, що

$$\alpha_p(s) = \frac{1}{s \ln p} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{B_m (s \ln p)^{m-1}}{m!}, \ |s| < \frac{2\pi}{\ln p},$$

тут $B_m$ — числа Бернуллі.

З іншого боку,

$$\alpha_p(s)=\frac{p^s}{p^s-1}=\frac{1}{2}p^{\frac{s}{2}}\left(\frac{p^{\frac{s}{2}}-p^{-\frac{s}{2}}}{2}\right)^{-1}=\frac{1}{2}p^{\frac{s}{2}}\left(\frac{e^{\frac{s\ln p}{2}}-e^{-\frac{s\ln p}{2}}}{2}\right)^{-1}=\frac{p^{\frac{s}{2}}}{2}\left(sh\frac{s\ln p}{2}\right)^{-1}=$$

$$=p^{\frac{s}{2}}\left(s\ln p\cdot\prod_{k=1}^{\infty}\left(1\pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right)\right)^{-1}. \qquad (1)$$

В цьому випадку отримуємо, що

$$\arg\alpha_p(s)=\frac{t}{2}\ln p-\sum_{k=-\infty}^{\infty}arctg\,\frac{t+\dfrac{2\pi k}{\ln p}}{\sigma}.$$

Враховуючи (1), для дзета-функції при $\sigma>1$ матиме місце ще одне представлення

$$\zeta(s)=\prod_p p^{\frac{s}{2}}\left(s\ln p\cdot\prod_{k=1}^{\infty}\left(1\pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right)\right)^{-1}.$$

Функція $\alpha_p(s)$ є мероморфною функцією з простими полюсами в точках $s=0;\ \pm i\dfrac{2\pi k}{\ln p},\ k=1,2,\ldots$, і відповідно з лишками $\dfrac{1}{\ln p}$.

Знайдемо логарифмічну похідну функції $\alpha_p(s)$.

$$\ln\alpha_p(s)=\ln\left(p^{\frac{s}{2}}\left(s\ln p\cdot\prod_{k=1}^{\infty}\left(1\pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right)\right)^{-1}\right)=\frac{s}{2}\ln p-\ln s-\ln\ln p-\sum_{k=1}^{\infty}\ln\left(1\pm i\frac{s\ln p}{2\pi k}\right).$$

$$\frac{\alpha_p'(s)}{\alpha_p(s)}=\frac{\ln p}{2}-\frac{1}{s}-\sum_{k=1}^{\infty}\left(s\pm i\cdot\frac{2\pi k}{\ln p}\right)^{-1}.$$

З іншого боку $-\dfrac{\alpha_p'(s)}{\alpha_p(s)}=\sum_{n=1}^{\infty}\dfrac{\Lambda_p(n)}{n^s}$, де $\Lambda_p(n)=\begin{cases}\ln p,\ n=p^s\\ 0,\ n\neq p^s\end{cases}$, $p$ — фіксоване.

Отже,

$$-\frac{\alpha_p'(s)}{\alpha_p(s)}=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Lambda_p(n)}{n^s}=\frac{1}{s}-\frac{\ln p}{2}+\sum_{k=1}^{\infty}\left(s\pm i\cdot\frac{2\pi k}{\ln p}\right)^{-1}.$$

Застосуємо до функції $-\dfrac{\alpha_p'(s)}{\alpha_p(s)}$ метод комплексного інтегрування, взявши $b>0$. Отримаємо

$$\psi_p(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{b-i\infty}^{b+i\infty}\left(-\frac{\alpha_p'(s)}{\alpha_p(s)}\right)\cdot\frac{x^s}{s}ds =$$

$$= \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\cdot\ln x}{\ln p}\right), \qquad x \geq 1.$$

Таким чином,

$$\psi_p(x) = \sum_{p^l\leq x}\ln p = \ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\cdot\ln x}{\ln p}\right), \tag{2}$$

де $p$ — фіксоване, $x \geq 1$.

Скориставшись принципом суперпозиції, функцію Чебишова

$$\psi(x) = \sum_{p^l\leq x}\Lambda(n) = \sum_{p^l\leq x}\ln x[\log_p x],$$

де

$$\Lambda(n) = \begin{cases}\ln p, & \mathrm{x} = p^l \\ 0, & x \neq p^l\end{cases},$$

можна записати у вигляді

$$\psi(x) = \sum_{p\leq x}\psi_p(x) = \sum_{p\leq x}\left(\ln x - \frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\cdot\ln x}{\ln p}\right)\right) =$$

$$= \ln x\sum_{p\leq x}1 - \sum_{p\leq x}\frac{\ln p}{2} + \sum_{p\leq x}\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\cdot\ln x}{\ln p}\right) =$$

$$= \pi(x)\cdot\ln x - \sum_{p\leq x}\left(\frac{\ln p}{2} + \sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\cdot\ln x}{\ln p}\right)\right)$$

Таким чином, для $x \geq 2$ має місце формула

$$\psi(x) = \ln x\cdot\pi(x) - \sum_{p\leq x}\frac{\ln p}{2} + \sum_{p\leq x}\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\ln p}{\pi k}\sin\left(\frac{2\pi k\ln x}{\ln p}\right).$$

**Список використаних джерел**


1. Дэвенпорт Г. Мультипликативная теорія чисел / Г. Дэвенпорт. — М. : Наука, 1971. — 200 с.
2. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел / А.А. Карацуба. — М. : Наука, 1975. — 183 с.
3. Риман Б. О числе простых чисел, не превышающих данной величины : сочинения / Б.Риман. — М. : ОГИЗ, 1948. — 543 с.
4. Чебишов П.Л. Об определении числа простих чисел, не превосходящих данной величины : избранные труды / П.Л. Чебишов. — М. : Академия наук СРСР, 1988. — 926 с.

*The article considers two ways of approaching Chebyshev function $\psi(x)$: using Mangoldt's formula for $\psi(x)$ and Euler product formula.*

*Keywords: Mangoldt's formula for $\psi(x)$, Riemann zeta function, complex integration, asymptotic formula, Chebyshev function.*

УДК 517.5

**Марценківська О.Ю.,** студентка 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Гнатюк В. О.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ТЕОРЕМИ ІСНУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ДЛЯ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ НЕСИМЕТРИЧНОЇ ОДНОЧАСНОЇ РІВНОМІРНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ СІМ'Ї НЕПЕРЕРВНИХ НА КОМПАКТІ ФУНКЦІЙ

*Встановлено деякі теореми існування екстремального елемента задачі найкращої несиметричної одночасної рівномірної апроксимації сім'ї неперервних на компакті функцій.*

*Ключові слова: найкраща несиметрична одночасна рівномірна апроксимація, екстремальний елемент, теореми існування.*

**Постановка задачі.** Нехай $S$ — компакт, $s$ — його елементи, $C(S)$ — лінійний над полем дійсних чисел простір всіх дійснозначних функцій $g$, неперервних на $S$, з нормою $\|g\| = \max_{s\in S}|g(s)|$.

Будемо позначати через $G$ множину сімей $\{\varphi_j\}_{j\in I}$ функцій простору $C(S)$, де $I$ — довільна множина індексів таких, що для будь-якого елемента $s\in S$ $\varphi_j(s)$, як функція від $j$, досягає на $I$ найменшого та найбільшого значень і функції $\Phi_1(s) = \min_{j\in I}\varphi_j(s)$, $\Phi_2(s) = \max_{j\in I}\varphi_j(s)$, $s\in S$, неперервні на компакті $S$. Нехай, крім того, $\{p_s\}_{s\in S}$ — сім'я неперервних на $R$ опуклих функцій таких, що відображення $(s,x)\in S\times R \to p_s(x)$ півнеперервне зверху на $S\times R$, $V\subset C(S)$.

Задачею найкращої у розумінні сім'ї $\{p_s\}_{s\in S}$ несиметричної одночасної рівномірної апроксимації сім'ї $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G$ множиною $V$ будемо називати задачу відшукання величини

$$\alpha_V^*\left(\{\varphi_j\}_{j\in I}\right) = \inf_{g\in V}\sup_{s\in S}\sup_{j\in I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right). \qquad (1)$$

***Твердження* 1.** *Для кожного* $g \in C(S)$ *та кожного* $s \in S$ *існує індекс* $j_{g,s} \in I$ *такий, що*

$$\sup_{j\in I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right) = p_s\left(\varphi_{j_{g,s}}(s) - g(s)\right).$$

***Твердження* 2.** *Для кожного* $g \in C(S)$ *відображення*

$$s \in S \to \max_{j\in I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right)$$

*є півнеперервним зверху на S.*

***Твердження* 3.** *Для кожного* $g \in C(S)$ *існує* $\left(s_g, j_g\right) \in S \times I$, *що*

$$p_{s_g}\left(\varphi_{j_{s_g}}\left(s_g\right) - g\left(s_g\right)\right) = \max_{(s,j)\in S\times I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right).$$

З урахуванням узагальненої теореми Вейєрштрасса [1, с. 28] та тверджень 1-3 легко встановити справедливість такого твердження.

***Твердження* 4.** *Для кожного* $g \in C(S)$ *мають місце рівності*

$$\max_{s\in S}\max_{j\in I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right) = \max_{j\in I}\max_{s\in S} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right) =$$
$$= \max_{i\in\{1,2\}}\max_{s\in S} p_s\left(\Phi_i(s) - g(s)\right) = \max_{(s,j)\in S\times I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right).$$

Враховуючи твердження 4, задачу відшукання величини (1) можна подати в таких еквівалентних формах

$$\alpha_V^*\left(\left\{\varphi_j\right\}_{j\in I}\right) = \inf_{g\in V}\max_{s\in S}\max_{j\in I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right) =$$
$$= \inf_{g\in V}\max_{s\in S}\max_{i\in\{1,2\}} p_s\left(\Phi_i(s) - g(s)\right) = \inf_{g\in V}\max_{j\in I}\max_{s\in S} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right) =$$
$$= \inf_{g\in V}\max_{i\in\{1,2\}}\max_{s\in S} p_s\left(\Phi_i(s) - g(s)\right) = \inf_{g\in V}\max_{(s,j)\in S\times I} p_s\left(\varphi_j(s) - g(s)\right). \qquad (2)$$

*Означення* 1. *Якщо існує елемент* $g^* \in V$ *такий, що*

$$\alpha_V^*\left(\left\{\varphi_j\right\}_{j\in I}\right) = \max_{s\in S}\max_{j\in I} p_s\left(\varphi_j(s) - g^*(s)\right),$$

*то будемо називати його екстремальним елементом для величини* (2).

Відомо, що в різних галузях математичної науки, особливо прикладних напрямків, виникають задачі на одночасне наближення функцій. Серед них, зокрема, — задача найкращого одночасного рівномірного наближення сім’ї неперервних на компакті функцій [2] та задача найкращого зваженого одночасного рівномірного наближення сім’ї неперервних на компакті функцій [3]. Ці задачі є частковими випадками задачі відшукання величини

(2), які отримуються відповідно при $p_s(x)=|x|$, $x\in R$, та $p_s(x)=\omega(s)|x|$, $x\in R$, де $\omega\in C(S)$, $\omega(s)>0$, для всіх $s\in S$.

У роботі відповідні результати праць [2], [3] поширено на випадок задачі відшукання величини (2).

**Основні результати.** Наведемо основні результати дослідження задачі відшукання величини (2), що стосуються встановлення теорем існування екстремального елемента.

***Теорема* 1.** *Нехай $V$ — опукла замкнена локально компактна множина, в тому числі й скінченновимірний підпростір,*

$$\lim_{\substack{g\in V,\\ \|g\|\to\infty}} \max_{s\in S} p_s\left(-g(s)\right)=+\infty.$$

*Тоді для будь-якої сім'ї $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G$ $V$ є множиною існування екстремального елемента $g^*$ для величини* (2).

Як відомо (див., наприклад [4, с. 319]), полярою функції $p_s$, $s\in S$, називається функція $p_s^*(f)$, $f\in R^*$, така, що

$$p_s^*(f)=\sup_{x\in R}\left(f(x)-p_s(x)\right),\ \ f\in R^*.$$

Множина

$$dom\, p_s^*=\left\{f: f\in R^*,\ p_s^*(f)<+\infty\right\}$$

називається ефективною множиною функції $p_s$ (див., наприклад, [4, с. 306]), а функція

$$\left(p_s\right)_\infty(x)=\sup_{f\in dom\, p_s^*} f(x)$$

— асимптотичною функцією для $p_s$ (див., наприклад, [4, с. 346, 347]). Далі будемо позначати через $V_\infty$ асимптотичний конус множини $V$ (див., наприклад, [4, с. 345]).

***Теорема* 2.** *Нехай $V$ — опукла замкнена локально компактна множина, в тому числі й скінченновимірний підпростір,*

$$\sup_{s\in S}\left(p_s\right)_\infty\left(-g(s)\right)=\sup_{s\in S}\ \sup_{f\in dom\, p_s^*} f\left(-g(s)\right)=\sup_{f\in\bigcup\limits_{s\in S} dom\, p_s^*} f\left(-g(s)\right)>0$$

*для всіх $g\in V_\infty$, $g\neq 0$. Тоді для будь-якої сім'ї $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G$ $V$ є множиною існування екстремального елемента $g^*$ для величини* (2).

***Наслідок* 1.** *Якщо $V$ — опукла замкнена локально компактна множина, що містить* 0*, в тому числі й скінченновимірний підпростір,*

$$\sup_{s\in S}(p_s)_\infty(-g(s))>0$$

*для всіх* $g\in V,\ g\neq 0,$ *то для будь-якої сім'ї* $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G\ \ V$ *є множиною існування екстремального елемента* $g^*$ *для величини* (2).

***Теорема* 3.** *Нехай V — скінченновимірний підпростір,*

$$V_1=\left\{g\in V:\ \sup_{s\in S}(p_s)_\infty(-g(s))=\sup_{s\in S}\ \sup_{f\in dom\,p_s^*}f(-g(s))=\sup_{f\in\bigcup\limits_{s\in S}dom\,p_s^*}f(-g(s))\le 0\right\}$$

*— підпростір. Тоді для будь-якої сім'ї* $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G\ \ V$ *є множиною існування екстремального елемента* $g^*$ *для величини* (2).

***Теорема* 4.** *Нехай V — скінченновимірний підпростір,*

$$\sup_{s\in S}(p_s)_\infty(-g(s))>0$$

*для всіх* $g\in V,\ g\neq 0.$ *Тоді для будь-якої сім'ї* $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G\ \ V$ *є множиною існування екстремального елемента* $g^*$ *для величини* (2).

У разі, коли функції $p_s(x)=|x|,\ x\in R,\ s\in S,$ або $p_s(x)=\omega(s)|x|,\ x\in R,$ $\omega\in C(S),\ \ \omega(s)>0,\ \ s\in S,$ відповідно отримаємо такі часткові випадки теореми 4.

***Наслідок* 2.** *Нехай в задачі відшукання величини* (2) *для всіх* $s\in S$ $p_s(x)=|x|,\ x\in R,\ V$ *— скінченновимірний підпростір. Тоді для будь-якої сім'ї* $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G\ \ V$ *є множиною існування екстремального елемента* $g^*$ *для величини* (2).

***Наслідок* 3.** *Нехай в задачі відшукання величини* (2) *для всіх* $s\in S$ $p_s(x)=\omega(s)|x|,\ \ x\in R,$ *де* $\omega\in C(S),\ \ \omega(s)>0,\ V$ *— скінченновимірний підпростір. Тоді для будь-якої сім'ї* $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G\ \ V$ *є множиною існування екстремального елемента* $g^*$ *для величини* (2).

***Теорема* 5.** *Нехай V — слабко компактна множина,* $\{\varphi_j\}_{j\in I}\in G,$ $\alpha_V^*\left(\{\varphi_j\}_{j\in I}\right)>-\infty.$ *Тоді екстремальний елемент* $g^*$ *для величини* (2) *існує.*

**Висновки.** Встановлено деякі теореми існування екстремального елемента для задачі найкращої несиметричної одночасної рівномірної апроксимації сім'ї неперервних на компакті функцій.

**Список використаних джерел**

1. Канторович Л. В. Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – М. : Наука, 1977. – 742 с.
2. Гнатюк Ю. В. Найкраще рівномірне наближення сім’ї неперервних на компакті функцій / Ю. В. Гнатюк // Укр. мат. журн.. – Т. 54. – № 11. – 2002. – С. 1574 – 1580.
3. Марценківська О. Ю. Найкраще зважене одночасне рівномірне наближення сім’ї неперервних на компакті функцій / О. Ю. Марценківська // Збірник матеріалів наукових досліджень студентів та магістрантів Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. – Випуск 11. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – С. 98 – 102.
4. Лоран П.-Ж. Аппроксимация и оптимизация / П.-Ж. Лоран. – М. : Мир, 1975. – 496 с.

*Some existence theorems of the extremal element for the problem of the best unsymmetrical simultaneous uniform approximation of the family continuous on a compact set functions are proved.*

*Keywords: the best unsymmetrical simultaneous uniform approximation, extremal element, existence theorems.*

УДК 004.94

**Марчук О.В.**, студентка 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Іванюк В.А.**, кандидат технічних наук, доцент

## КВАДРАТУРНІ МЕТОДИ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ВОЛЬТЕРРИ ТА ФРЕДГОЛЬМА ІІ РОДУ

*У статті розглядаються алгоритми і методи розв’язання інтегральних рівнянь Вольтерри і Фредгольма ІІ роду квадратурними методами. На основі даних методів розроблено модулі для розв’язання цих рівнянь на мові Matlab.*

*Ключові слова : рівняння Фредгольма другого роду, рівняння Вольтерри другого роду, квадратурні методи, ядро, межі інтегрування, крок інтегрування.*

Багато задач прикладної математики зводяться до розв’язування інтегральних рівнянь різних типів (лінійних і нелінійних). Найбільш простими з них є лінійні рівняння Фредгольма і Вольтерри другого роду, тим не менш, саме ці класи рівнянь мають найбільшу область практичного застосування. Одним із сучасних чисельних методів є метод квадратур.

Інтегральним називається рівняння, яке містить невідому функцію під знаком інтеграла. Інтегральне рівняння у загальному вигляді можна записати у наступній формі:

$$\varphi(t) = f(t) + \lambda\int_a^b K(t,s)\varphi(s)ds.$$

Функцію *K(t,s)* називають ядром інтегрального рівняння, а *f(t)* — вільним членом; *λ* — параметром, а *φ(s)* — шуканою функцією.

Якщо шукана функція міститься тільки під знаком інтеграла, то рівняння називається інтегральним рівнянням першого роду. Такими є рівняння

$$\int_a^b K(x,t)\varphi(t)dt = f(x),$$

або

$$\int_a^x K(x,t)\varphi(t)dt = f(x).$$

Рівняння, в яких шукана функція міститься під знаком інтеграла і поза його межами називається інтегральним рівнянням другого роду; якщо межі інтегрування фіксовані, то інтегральне рівняння називається рівнянням Фредгольма. Якщо ж межі інтегрування змінні, то інтегральне рівняння називається рівнянням Вольтера.

Формально рівняння Вольтерри можна розглядати як частинний випадок рівняння Фредгольма, поклавши $K(x,t) \equiv 0$ при $t > x$. Однак фізичні задачі, які приводять до рівнянь Вольтера і Фредгольма, а також властивості розв’язків цих рівнянь, істотно різні. Тому рівняння Вольтерри виділяють в особливий тип рівнянь.

*Квадратурний метод розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма* Замінимо визначений інтеграл його наближеним значенням, що обчислюється за допомогою квадратурної формули:

$$\int_a^b \varphi(s)ds \approx \sum_j^n A_j\varphi(s_j),$$

де *j=1,2,...,n* – номери вузлів часової сітки; $A_j$ – коефіцієнти квадратурної формули. Підставивши праву частину цього рівняння в рівняння Фредгольма другого роду і враховуючи, що *φ(s)=Q(t,s) x(s)*, отримаємо

$$x(t) \approx \lambda\sum_{j=1}^n A_j Q(t,s_j)x(s_j) + f(t).$$

Цей вираз задає функцію, що описує наближений розв’язок інтегрального рівняння. Введемо на відрізку [a,b] дискретну часову сітку $t_1,t_2,\dots,t_n$, вузли якої співпадають з вузлами сітки $s_1,s_2,\dots,s_n$. Для кожного моменту часу $t_i$ виконується рівність

$$x(t_j) \approx \lambda \sum_{j=1}^{n} A_j Q(t_i, s_j) x(s_j) + f(t_i)$$

де *i=1,2,...,n.*

Таким чином, знаходження розв’язку рівняння Фредгольма другого роду здійснюється за наступним алгоритмом:

1. Задається часова сітка $t_i$;
2. Обчислюються значення функції *f(t)* у вузлах часової сітки ;
3. Обчислюються елементи матриці, яка містить коефіцієнти СЛАР;
4. Розв’язується СЛАР.

Точність чисельного розв’язку інтегрального рівняння залежить від кількох факторів: квадратурної формули, числа вузлів часової сітки, властивостей функції *Q(t,s).* Якщо ядро і вільний член будуть недостатньо гладкими, то для обчислення інтеграла не слід застосовувати високоточні квадратури, а краще обмежитися такими формулами, як формули трапецій і прямокутників.

*Квадратурний метод розв'язання інтегральних рівнянь Вольтерри*

Будемо чисельно розв'язувати рівняння. Рівняння Вольтерри формально можна вважати рівнянням Фредгольма з ядром

$$K(t,s) = \begin{cases} Q(t,s), a \le s \le t \le b \\ 0, a \le t \le s \le b \end{cases}$$

Виберемо квадратурну формулу з коефіцієнтами $A_j$, тоді наближений розв’язок інтегрального рівняння буде мати вигляд

$$\int_a^b \varphi(s) ds \approx \sum_j^n A_j \varphi(s_j)$$

Складемо систему лінійних алгебраїчних рівнянь, яка аналогічна системі алгебраїчних рівнянь для розв’язання рівнянь Фредгольма:

$$\begin{cases} (1-\lambda A_1 Q_{1,1}) x_1 = f_1 \\ -\lambda A_1 Q_{2,1} x_1 + (1-\lambda A_2 Q_{2,2}) x_2 = f_2 \\ \dots\dots \\ -\lambda A_1 Q_{n,1} x_1 - \lambda A_2 Q_{n,2} x_2 - \dots + (1-\lambda A_n Q_{n,n}) x_n = f_n \end{cases}$$

Тому шукані значення $x_1$, $x_2$, …, $x_n$ знаходяться послідовними обчисленнями за такими формулами:

$$x_1 = \frac{f_1}{1-\lambda A_1 Q_{1,1}}, \qquad x_i = \frac{f_i + \lambda \sum_{j=1}^{i-1} A_j Q_{i,j} x}{1-\lambda A_i Q_{i,i}}$$

де $i=2,\dots n$.

На основі приведених алгоритмів в середовищі Matlab розроблено бібліотеку програмних засобів, яка складається з наступних модулів:

[y]= Volt_II_Rect_L(K,f,a,b,h) – пошук розв'язку інтегрального рівняння Вольтерра II роду методом лівих прямокутників.

[y]= Volt_II_Rect_R(K,f,a,b,h) – пошук розв'язку інтегрального рівняння Вольтерри II роду методом правих прямокутників.

[y]= Volt_II_Rect_S(K,f,a,b,h) – пошук розв'язку інтегрального рівняння Вольтерри II роду за формулою Сімпсона.

[y]= Volt_II_Rect_T(K,f,a,b,h) – пошук розв'язку інтегрального рівняння Вольтерри II роду методом трапецій.

[y] = Fred_II_Rect_T(K,f,a,b,h) – пошук розв'язку інтегрального рівняння Фредгольма II роду методом трапецій.

В кожному модулі вхідні та вихідні параметри мають таке значення:

*K* – ядро інтегрального рівняння задане користувацькою функцією K(x,s);

*f* – права частина, функція f(x) задана користувацькою функцією;

*a,b* – межі інтегрування;

*h* – крок;

*y* – розв'язок інтегрального рівняння заданий у формі вектора.

*Висновки.* Розроблено алгоритми та програмні модулі на мові Matlab для розв’язання інтегральних рівнянь Вольтерри і Фредгольма II роду методом квадратур, які є основою для бібліотечних прогамних засобів чисельної реалізації інтегральних рівнянь.

## Список використаних джерел


1. Верлань А. Ф. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие / А. Ф. Верлань, В. С. Сизиков. – К.: Наукова думка, 1986. – 544 с.

2. Гой Т. П. Диференціальні та інтегральні рівняння / Т. П. Гой, О. В. Махней. – Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2011. – 250 с.

3. Краснов М. Л. Интегральные уравнения. Задачи и примеры с подробными решениями / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 192 с.

4. Кривошея С. А. Диференціальні та інтегральні рівняння / С. А. Кривошея, М. О. Перестюк, В. М. Бурим. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.

5. Манжиров А. В. Справочник по интегральным уравнениям: Методы решения / А. В. Манжиров, А. Д. Полянин. – М.: Факториал Пресс, 2000. – 384 с.

6. Федорчук В. А. Інтегральні рівняння в задачах математичного моделювання : навчальний посібник / В. А. Федорчук, В. А. Іванюк, Д. А. Верлань. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – 144 с.

*Annotation. In the article the algorithms and methods for solving integral equations of Volter and Fredholm II kind of quadrature methods. Developed modules to address these equations language Matlab.*

*Keywords: Fredholm equation of the second kind, Volter equation of the second kind, quadrature methods, kernel limits of integration, integration step.*

УДК 378.016:53 (075.3)

**Махніцький В.Р.,** студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Панчук О.П,** кандидат педагогічних наук, доцент

## РОЗВИТОК ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВМІНЬ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

*У статті досліджено зміст вимог до сучасного уроку фізики, зокрема використання експерименту у вивченні нового матеріалу.*

*Ключові слова: фізичний експеримент, урок, теоретичний матеріал.*

**Постановка проблеми.** У наш час існує багато вимог до сучасного уроку фізики, й однією з найголовніших є застосування експерименту при вивченні нового матеріалу. Введення нового матеріалу експериментальним методом дає змогу дітям більш глибоко усвідомити новий матеріал.

Головна мета навчання фізики полягає в розвитку в учнів засобами фізики як навчального предмета експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення. Коли учні спостерігають за експериментом, що демонструє вчитель при поясненні нового матеріалу, в уяві кожної дитини цей матеріал постає більш чітко і правильно. Теоретичний матеріал підтверджується фактами (демонстрацією), і в учнів не виникає сумнівів щодо справедливості даної теорії. Отже, пояснення нового матеріалу з демонстраціями дає можливість учням краще усвідомити тему, зацікавити їх.

**Виклад основного матеріалу.** Всі ми знаємо «Золоте правило» Я. А. Коменського, доцільність якого в процесі навчання неодноразово доводили психологи своїми дослідженнями. Було доведено, що учень отримує та обробляє більше  зорової інформації, ніж почутої. Підтвердженням цього можуть бути слова філософа Конфуція: «Розкажи мені, і я забуду, покажи мені,  і я запам'ятаю».

Провівши декілька уроків, я зрозумів, що те що показує учитель десь далеко на демонстраційному столі, деяких учнів, можливо, і не зацікавить. Цікаво ж і їм буде самим за допомогою обладнання, що знаходиться перед ними на партах, досліджувати закони. Тому , я намагався під час вивчення нового матеріалу, роздавати обладнання на кожну парту, щоб учні, працюючи самі з обладнанням, за допомогою спроб і помилок могли дійти правильного висновку. Це дає змогу зацікавити дитину, дати їй можливість спробувати себе в ролі «відкривача законів».

Загальновизнаним є те, що фізика як наука ґрунтується на експерименті. Очевидно, що зацікавити учнів фізикою, добитися розуміння та засвоєння основ цієї науки, прищепити певні  експериментальні вміння  і навички можна лише при широкому використанні фізичного експерименту. Експеримент є найважливішим елементом  процесу навчання фізики. Він виконує декілька дидактичних функцій: підвищує зацікавленість до предмета, активізує розумові здібності, розвиває спостережливість.

Кращих результатів можна досягти тільки тоді, коли учні беруть участь у підготовці і проведенні експерименту. Учні в ході експерименту не тільки перевіряють здобуті закономірності, а й самостійно дістають нові. Саме в цьому випадку одержання знань супроводжується творчою пошуковою роботою. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення . За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання. У свідомості учня утворюються нові зв'язки і відношення, формується суб'єктивно нове особистісне знання. Саме через це навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики.

**Висновки.** Системне використання  фізичних експериментів  під час вивчення фізики показує, що учні набувають навичок: планувати експеримент; формулювати його мету; визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування; складати план досліду і визначати найкращі умови його проведення; обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби.

Ті учні, які раніше були пасивними і мали невисокі навчальні досягнення, стають більш активними на уроці, а власне опанування фізики – цікавим, більш зрозумілим і доступним.

**Список використаних джерел:**

1. Розвиток експериментальних вмінь і дослідницьких навичок учнів на базі фізико – технічного гуртка // Фізика в школах України. - 2009. - №7. - С. 17-24.
2. Бугаєнко А. В. Радіоелектронні засоби та їх елементи – не дуже складно //Фізика в школах України. - 2008. - №9. - С.16.
3. Гладких Т. М. Експериментальне дослідження закону збереження енергії //Фізика в школах України. - 2008. - №3. - С. 2-5.

*Anotation. Nowadays there are many requirements for modern physics lesson, and one of the most important is the use of experiment in the study of new material.*

*Keywords: physical experiment lesson theoretical material.*

УДК 372.853.53

**Москальчук А.М.**, студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кух А.М.**, кандидат педагогічних наук, професор

## ПОБУДОВА ЗОБРАЖЕННЯ В ПЛОСКОМУ ДЗЕРКАЛІ

*Анотація. Описано методичні особливості та рекомендації при проведенні уроку на тему «Побудова зображення в плоскому дзеркалі. Калейдоскоп».*

*Ключові слова: «уявне» зображення, плоске дзеркало, калейдоскоп.*

**Постановка проблеми.** Вивчення світлових явищ має велике пізнавальне, технічне й виховне значення. Навколишній світ ми сприймаємо й пізнаємо насамперед завдяки світлу й нашим зоровим відчуттям. На законах оптики заснована оптична й освітлювальна техніка. Знання елементів оптики необхідно учням для вивчення інших загальноосвітніх предметів. У центрі розгляду світлових явищ у базовому курсі дві основні проблеми: як поширюється світло від джерела в однорідному середовищі і як веде воно себе на границі двох середовищ. При цьому в навчальному матеріалі можна виділити три головні частини: прямолінійність поширення світла, закон відбивання і явище заломлення світла [3].

Методична наука відповідає на три питання: навіщо вчити, чому вчити, як учити. Відповіді на ці питання міняються в епоху інформатизації суспільства, що принесла нові інформаційні технології – технології обробки, передачі, поширення й подання інформації за допомогою ЕОМ. Апаратні й програмні засоби, необхідні для реалізації цих технологій, називають засобами нових інформаційних технологій – НІТ.

**Метою даної статті** є розкрити методичні особливості вивчення теми «Побудова зображення в плоскому дзеркалі. Калейдоскоп» та навести варіанти демонстраційних експериментів, які можна показати учням під час вивчення даної теми.

**Виклад основного матеріалу.** Велике значення при вивченні теми має графічна наочність – використання дошки, таблиць, проектора. Але обов'язково до креслення променів і побудови зображень на дошці, у зошиті, на екрані монітора показати учням дійсний вигляд світлових пучків і одержувані зображення предметів за допомогою приладів, тобто прагнути створювати в них наочне подання про світлові явища [1].

При вивченні побудови зображення предмета в плоскому дзеркалі в учнів формується поняття «уявне зображення точки (предмета)», а при вивченні лінз – «дійсне зображення точки (предмета)». Тут треба враховувати, що школярі до цього часу ще не знають ролі ока в утворенні зображень, а дана обставина досить істотно для неформального засвоєння названих понять. Питання про напрямок, у якому ми бачимо зображення, і про його місце взагалі важкий для розуміння. Уявне зображення – одне з найбільш складних понять роздягнуте в оптиці навіть для старших класів його важко засвоїти, не простежуючи хід променів до сітківки ока.

Здатність органів зору живих істот бачити предмети тільки прямолінійно, коли від предмета світло безпосередньо попадає в наше око, ставиться до їхньої вродженої здатності, що склалася в процесі тривалого розвитку й пристосування до навколишнього середовища. Наприклад, дивлячись на плоске дзеркало, ми не дивимося на відбитий предмет, (що перебуває перед дзеркалом), тому світло від предмета безпосередньо не попадає в око, а впливає на нього лише після відбиття від дзеркала. Тому що відбите від дзеркала світло поширюється прямолінійно, то завдяки зоровій звичці нам здається, начебто предмет ми бачимо на прямолінійному напрямку, і саме за дзеркалом, а не там, де він перебуває в дійсності. Таким чином, коли мова йде про уявне зображення, то тут відіграє роль скоріше психолого-фізіологічний фактор, чим фізичний. Фізично існує тільки дійсне зображення. Тому методичне поняття «уявне зображення» ефективніше розглядати паралельно з поняттям «дійсне зображення» або після розгляду цього поняття, але показавши при цьому принципову відмінність названих зображень [2].

Поставимо перед склом свічку. У склі добре видно її зображення, хоча зазирнувши за скло, ми не побачимо нічого. Таке зображення називають уявним. Поставимо на місці зображення другу таку саму свічку так, щоб зображення і поставлена за склом свічка сумістилися. Можемо зробити висновок, що зображення, яке дає дзеркало, дорівнює за розмірами предмету і розташоване на такій самій відстані, як і предмет перед ним. У цьому ми впевнимося, порахувавши кількість клітинок від скла до предмета і до зображення. Тепер побудемо фокусниками: запалимо свічку перед склом — загоряться обидві. Зазирнувши за скло, побачимо, що друга свічка не горить. Пересуваючи перед склом свічку, побачимо, що і зображення також переміщується.

Використавши закони відбивання світла, побудуємо зображення, яке дає плоске дзеркало [3].

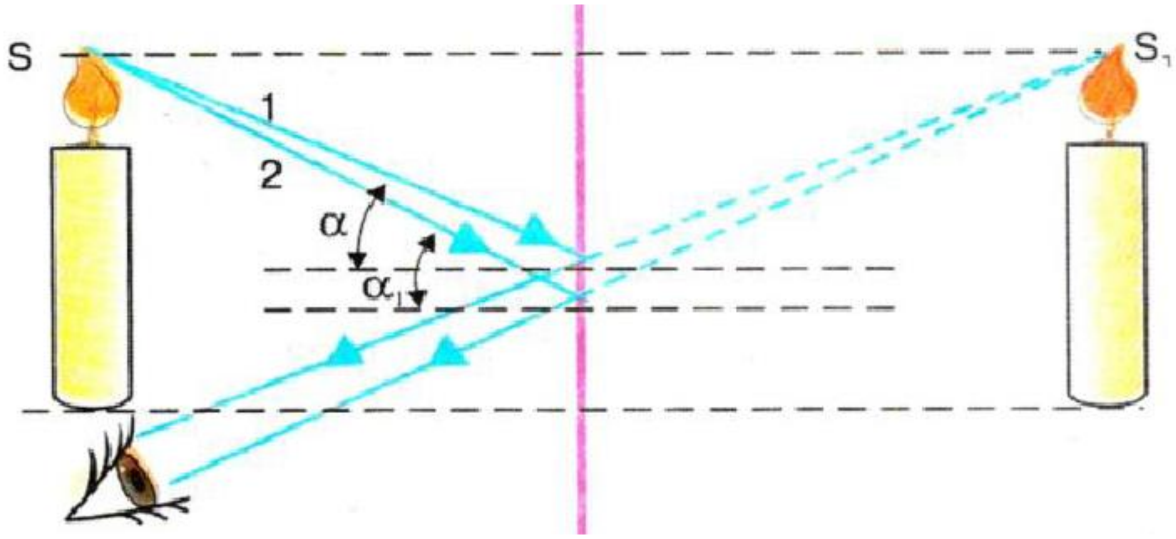



Рис. 1. Побудова зображення, яке дає плоске дзеркало

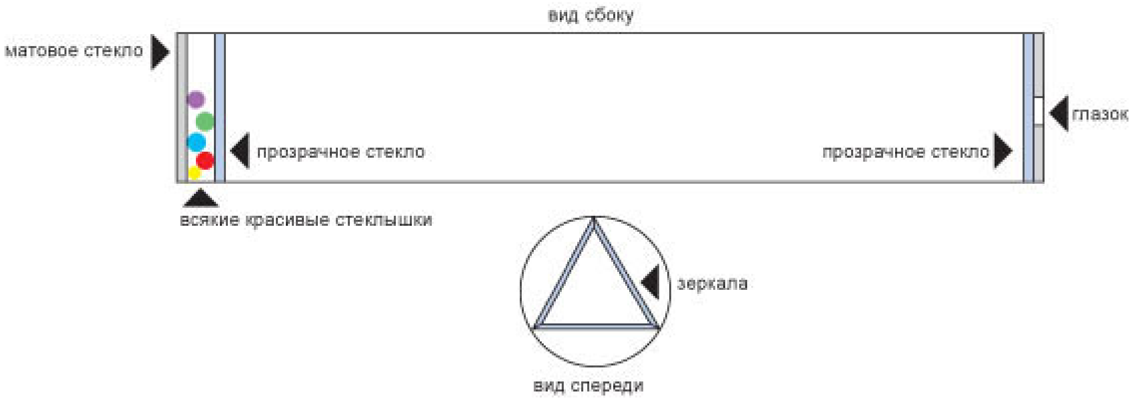
На рис. 1 показано хід двох світлових пучків від верхньої точки S полум'я свічки. Світловий пучок 1 падає на дзеркало під кутом α і під таким же кутом відбивається. Відповідно пучок 2 падає під кутом $\alpha_1$ і відбивається під таким же кутом. Відбиті світлові пучки потрапляють в око. Око бачить світну точку $S_1$, із якої могли б виходити світлові промені. Насправді цієї точки там немає, це уявне джерело світла.

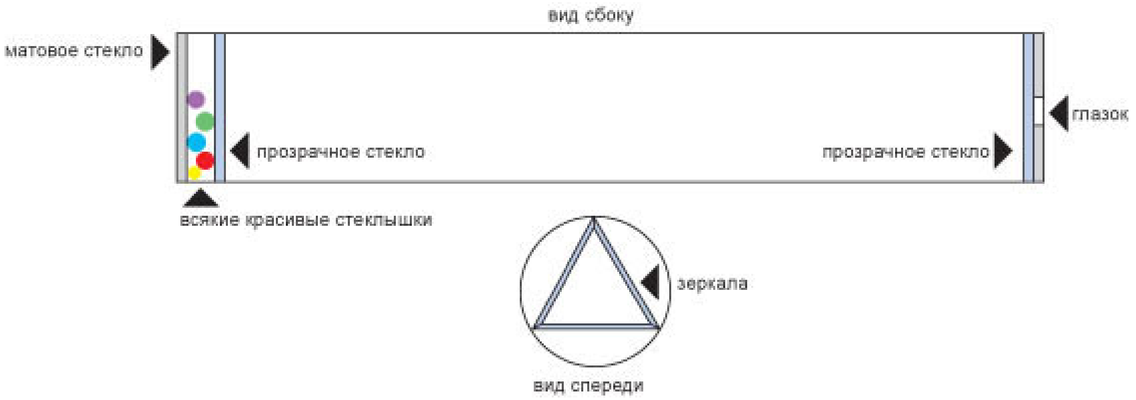
У плоскому дзеркалі утворюється уявне зображення, яке *за розмірами дорівнює предметові і знаходиться за дзеркалом на такій же відстані від нього, як і предмет перед дзеркалом* [3].

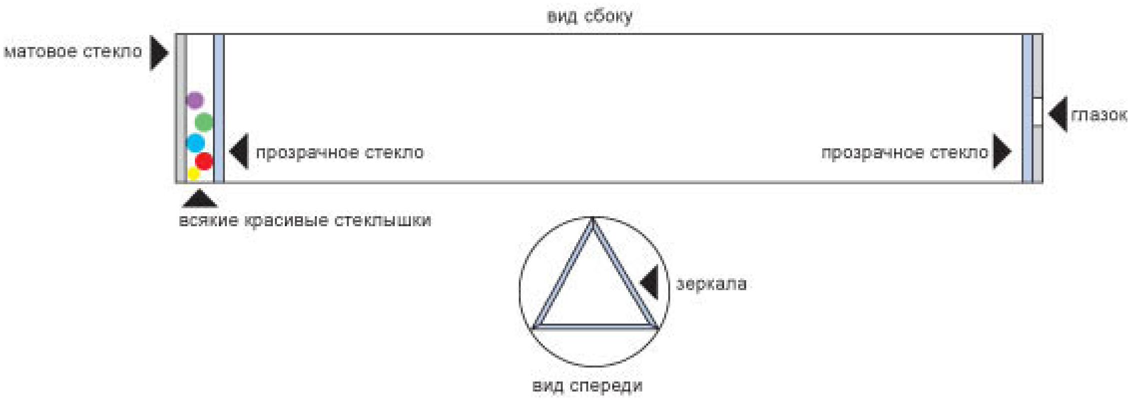
Наші дослідження не закінчені. Спробуйте привітатися зі своїм зображенням у дзеркалі правою рукою. Воно подало вам ліву руку? Отже, зображення у плоскому дзеркалі пряме, дзеркальне.

На завершення уроку можна згадати про калейдоскоп та його будову (усім, мабуть, відома дитяча іграшка калейдоскоп, циркові фокуси з «живою» головою без тулуба, дзеркальні фотоапарати).

Калейдоскоп найчастіше виконаний у вигляді непрозорої трубки, яка усередині містить систему дзеркал. На одному з кінців трубки закріплено світловий фільтр, інший кінець трубки використовується в якості окуляра. Світловий фільтр іграшкового калейдоскопа утворений двома паралельними




скельцями, що закріплені паралельно на відстані кількох міліметрів одне від одного. Зовнішнє скло за звичай є матовим. Між скельцями насипають прозорі шматочки кольорового скла або пластмаси. Система дзеркал представлена трьома (іноді два або більше трьох) складеними під кутом поздовжніми дзеркальними пластинками.

**Висновок.** Таким чином, при вивченні теми «Побудова зображення в плоскому дзеркалі. Калейдоскоп» учням потрібно разом із викладанням матеріалу наводити приклади із повсякденного життя, зокрема при ознайомленні із «уявним» зображенням, та показати, як проходять світлові промені і будуються зображення в дзеркалі.

**Список використаних джерел**


1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання) : навч. –метод. посіб. / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня, Т.П. Поведа. – Кам`янець-Подільський : К-ПНУ ім. І. Огієнко,2010.– 384 с.
2. Атаманчук П.С. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: Навч. посіб. / П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, А.М. Кух. – Кам’янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2006. – 216 с.: іл., табл.
3. Ільченко В.Р. Фізика: підруч. для 7 кл. загальноосвітн. навч. закл. / В.Р. Ільченко, С.Г. Куликовський, О.Г. Ільченко. – Полтава: Довкілля – К, 2007. – 160 с.: іл.



*Annotation. In the article described features and methodological recommendations during the lesson on "Building a flat image in the mirror. Kaleidoscope".*



*Keywords: "imaginary" image, flat glass, kaleidoscope.*



УДК 373.5.016:53: 004.9



**Німчук Н.І.**, студент 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Атаманчук П.С.**, доктор педагогічних наук, професор


## БЛОГ-ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ


*В статті розглядається можливості використання блог-технологій в процесі вивчення фізики і можливості використання блогів.*



*Ключові слова: блог, навчальний процес, урок.*


В умовах сучасної освіти перед вчителем стоїть завдання не тільки дати учням знання зі свого предмета, а й навчити швидко орієнтуватися в інформаційному просторі. Такі вміння полегшать подальше навчання учнів. У сучасного вчителя, який йде в ногу з часом, вміє орієнтуватися у мережі Інтернет та використовувати всі можливості інформаційного простору повинен бути власний блог. Цей блог може виконувати не лише інформаційну мету, а й контролюючу, організуючу, пропедевтичну та розвиваючу. Як засвідчує наш досвід [6], особистий блог вчителя може стати інструментом для розвитку інформаційної культури. Цей блог може виконувати наступні завдання:

1. Інтерактивність – можливість обміну коментарями, думками, пропозиціями;

2. Відкритість – блог відкритий не тільки для учнів та вчителів, а й для батьків, що дає можливість ознайомлення батьків зі змістом навчального процесу;

3. Поширення власного досвіду – публікація власних ідей, розробок;

4. Створення віртуальної спільноти – можливість додавання до власного блогу посилань на блоги колег, порівняння власної роботи з роботою інших [5].

Можна виділити наступні можливості блогу:

– рекомендації для учнів з вивчення тих чи інших тем;

– перегляд навчальних відеофільмів з лекціями, шляхом вбудовування їх в блог;

– публікації опитувальників, онлайн-тестів, вбудованих календарів, різноманітних слайд-шоу;

– повідомлення про події в класі або на уроці;

– обмін корисними посиланнями на ресурси Інтернету;

– обмін знаннями в сфері ІКТ;

– обміну гаджетами з різними функціями (наприклад, інтерактивна таблиця Менделєєва)

– корисні поради батькам, що цікавляться освітою своїх дітей;

– робота з обдарованими дітьми [3].

Під час побудови структури блогу вчитель повинен мати уявлення про подальший його вигляд та завдання, які будуть реалізовуватись за допомогою даного освітнього ресурсу.

За допомогою блогу вчитель може проводити контроль та оцінювання знань. Для цього дуже зручно використовувати форми, створені засобами Google. На блозі можна розмістити не лише посилання на завдання, а вбудувати сам опитувальник.

Вбудовування об’єктів на блог дозволяє зекономити час на пошуку та завантаженні завдань. Безпосередньо перед уроком, навіть при невеликій швидкості Інтернет-з’єднання вчитель може завантажити потрібну сторінку з контентом уроку та працювати з об’єктами.

Другим цікавим прикладом вбудованих завдань є дидактичні ігри, створені за допомогою ресурсу Learning Apps.org (як приклад). Ці ігри мають декілька різновидів: пазли, кросворди, знайди пару, тощо. Особисто ми використовую ці ігри для актуалізації знань та підвищення інтересу учнів до предмету. Вбудовувати можна різноманітні об’єкти: презентації, відео, флеш-картки, тощо. Це залежить від фантазії учителя та завдань блогу [4]. Особистий професійний блог дає в руки вчителя принципово новий інструмент організації навчання, що володіє великими перевагами. Створення і ведення блога може стати серйозним стимулом для самореалізації та саморозвитку, оскільки надає педагогу найширші можливості: освоїти нові інформаційні та технічні можливості.

Для того, щоб ефективно використовувати блоги у навчальному процесі, слід дотримуватися таких рекомендацій: по-перше, вчитель повинен відвідати блоги, створені іншими викладачами, з метою формування уявлення про те, як вони можуть використовуватися у навчальному процесі; по-друге, вчитель повинен створити власний блог, щоб мати уявлення про його функції і можливості на практиці; по-третє, перед тим, як запропонувати такий засіб навчання учням, необхідно змоделювати блог для своїх студентів (розробка правил, обговорення тематики, попередня підготовка матеріалів); по-четверте, блоги необхідно популяризувати, щоб відбувався процес обговорення та спілкування з експертами.

Фізика – наука експериментальна. Процес викладання має широке застосування демонстраційного матеріалу. Сучасний стан укомплектованості школи знаходиться на такому рівні, що більшу частину демонстрацій провести просто нереально. Кожен виходить з цього стану як може. Але зробити процес викладання простішим допомагає знову ж таки блог. Під час підготовки до уроку, вчитель знаходить цікаве відео і вбудовує його описаним вище методом в блог. Це дозволяє економити час на уроці на пошуці потрібного відеофрагменту з демонстрацією, дослідом, експериментом або явищем [2].

На жаль, ми часто стикаємося з тим, що годин на вивчення конкретної теми не вистачає. Зрозуміло, основний зміст можна успішно пройти у відведені програмою години, але ... Перше «але» пов'язане з розширенням контексту вивчення матеріалу (міжпредметні і внутрішньопредметні зв'язки, історія науки, цивілізаційні аспект та ін.). Друге «але» - сильні, успішні, захоплені учні, яким завжди хочеться дати більше можливостей, але ж поряд з ними сидять і учні, не надто зацікавлені й успішні в предметі - і їхні інтереси теж треба враховувати – і ці інтереси – третє «але». Для таких учнів теж важливий додатковий матеріал, але зовсім іншої властивості - тренувального характеру (алгоритми, коментарі до вирішення завдань та ін.). Блог учителя-предметника дає широкі можливості для розміщення подібних різнорідних матеріалів з тем курсу. Причому важливо, що підбором, створенням і розміщенням таких матеріалів можуть займатися учні. Таким чином, ми, крім додаткового змісту курсу, отримуємо ще й нові - актуальні - види діяльності. Актуальні, тому що пов'язані з формуванням інформаційної культури учня - з пошуком, відбором, оформленням інформації відповідно до визначених предметом завданнями [1].

Учительський блог дозволяє робити зміст предмета більш різноманітним з погляду форматів представлення. Як правило, ми використовуємо текстові матеріали: підручники та навчальні посібники, енциклопедії, довідники. Звичайно, Інтернет дозволяє коло цих «текстових» матеріалів розширювати. Але в блозі може існувати інформація в формі відероліков, анімаційних моделей, презентацій та ін. Це важливо, оскільки використання матеріалів нетекстового характеру дозволяє зробити процес навчання більш наочним, активізувати учнів, для яких робота з текстом не завжди успішна в силу їх індивідуальних психологічних особливостей.

Блог учителя-предметника може стати своєрідним сховищем матеріалів для організації самостійної роботи учнів. Це і додаткові матеріали з досліджуваної теми, на підставі яких учні можуть виконувати індивідуальні завдання. Це і ряд посилань на ресурси по темі – своєрідна точка входу в інформаційний простір мережі. Це і мультимедійний контент - як матеріал для спостережень і самостійних висновків, що дозволяє створити проблемну ситуацію в процесі навчання. Це і презентації, які створюються учнями і взаємно рецензуються. Крім того, у блозі можна розміщувати своєрідні «анонси» майбутніх уроків-семінарів, дискусійних уроків, практикумів, уроків контролю знань. Питання до уроку, зразки завдань для майбутніх контрольних робіт з коментарями щодо їх вирішення, інструкції, – все це, розміщене в єдиному просторі предметного блогу, сприяє більш чіткій організації освітнього процесу. Адже найчастіше ми даємо дітям подібні «інструкції» просто усно, і вони не завжди мають можливість їх повноцінно осмислити, при необхідності – повернутися до них і перечитати, а це означає, що не завжди підготовчий етап такого роду навчальної роботи є повноцінним і забезпечує успішність подальшої роботи.

**Список використаних джерел**

1. Атаманчук П. С. Використання мультимедійних технологій під час вивчення фізики в основній школі / П.С. Атаманчук. // Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-математичного профілю: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції, Кам'янець-Подільський: Аксіома. – 2013. – С. 276.

2. Атаманчук П.С. Інформаційно-комунікативні технології у формуванні дієвих компетенцій / П.С. Атаманчук, С.М. Грушецький, О.В. Бордюг, А.В.

Печенюк. // Збірник матеріалів міжнародної наукової інтернет-конференції, Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. – 2012. – С. 172.

3. Блоги Цифровий ресурс. Режим доступу: http://your-hosting.ru/articles/other/blog-begin/

4. Курвітс Марина. Види освітніх блогів. Цифровий ресурс. Режим доступу: http://blognauroke.blogspot.com/2009/09/blog-post_4811.html

5. Рождественська Л. 10 питань про вчителя-блоггера / Л. Рождественська: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.slideshare.net/lvr/10questions-1482153

6. Німчук Н. І. Формування предметних компетенцій та світогляду учнів з фізики в умовах впровадження інформаційно-комунікаційних технологій з фізики / Н. І. Німчук. – Луцьк: Робота здійснена на участь в другому турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт із "Фізики", 2015. – 30 с.

*In the article the possibility of using blogging technology in the study of physics and the possibility of using blogs.*

*Keywords: blog, educational process, a lesson.*

УДК 517.5

**Олійник С.С.**, студентка 3 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Пилипюк Т.М.,** кандидат фізико-математичних наук

## РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ГАУСА ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННИХ ТАБЛИЦЬ

*Стаття присвячена дослідженню концепцій та підходів до побудови обчислювальних структур, що спеціалізуються на розв'язанні систем лінійних алгебраїчних рівнянь метод Гауса. Здійснено реалізацію розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою електронних таблиць.*

*Ключові слова: системи лінійних алгебраїчних рівнянь, еквівалентні перетворення, метод Гауса.*

Часто доводиться розв'язувати алгебраїчні і трансцендентні рівняння і системи рівнянь, що можуть представляти собою самостійну задачу (наприклад, аналіз рівноваги сил в жорсткій системі балок, або дослідження умов та параметрів рівноваги хімічної реакції, тощо) або частину більш складних задач. В обох випадках практична цінність чисельного методу в значній мірі визначається швидкістю і ефективністю отримання розв'язку.

Вміння розв'язувати на комп'ютері математичні задачі є однією з ознак комп'ютерної грамотності. Цифрова обчислювальна техніка стала важливою складовою людської цивілізації. Потужний арсенал числових методів і алгоритмів об'єднано в сучасних системах програмування високого рівня – MATHEMATICA, MATHCAD, MATLAB, MAPLE. Ці системи значно спрощують практичне використання досягнень обчислювальної математики.

Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь є фундаментальною обчислювальною задачею, бо до неї зводиться більшість розрахункових задач.

Системою лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) називають таку систему $m$ рівнянь з $n$ невідомими:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2; \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n = b_m; \end{cases} \tag{1}$$

Тут коефіцієнти $a_{ij}$; ($i$=1,…,$m$; $j$=1,…,$n$) та праві частини рівнянь $b_i$; ($i$=1,…,$m$) є заданими, а $x_j$, ($j$=1,…,$n$) – невідомі. Розв'язати СЛАР – значить знайти такі $x_j$, що задовольняють всі рівняння системи (1).

Найпоширенішим обчислювальним методом розв'язування СЛАР є метод Гауса. Метод Гауса грунтується на еквівалентних перетвореннях, які не змінюють розв'язок СЛАР. Розв'язок не зміниться, якщо будь-яке рівняння СЛАР домножити на дійсну константу, а також при додаванні будь-яких рівнянь СЛАР. За методом Гауса СЛАР еквівалентно перетворюють у систему з верхньою трикутною матрицею (прямий хід), з якої послідовно обчислюють всі складові розв'язку (зворотній хід). Верхньою трикутною є матриця, елементи якої нижче головної діагоналі є нульовими. Метод Гауса та його модифікації вигідно вирізняються меншою кількістю арифметичних дій, приблизно рівною $n^3$. Разом з тим, обчислення прямого та зворотнього ходу з обмеженою кількістю значущих цифр можуть накопичувати похибки, які спотворюють розв'язок великих погано обумовлених СЛАР.

Катастрофічні похибки метода Гауса виявились лише після появи комп'ютера, коли стало можливим розв'язувати великі системи. Внаслідок грунтовних досліджень цієї проблеми був створений метод, що майже усунув ці похибки. Цей метод називають $QR$-розкладом ($QR$-factorization).

За сучасною матричною термінологією метод Гауса полягає у розкладі матриці СЛАР на добуток двох матриць, нижньої трикутної $L$ та верхньої трикутної $U$: $A=LU$. Завдяки цьому систему $AX=B$ розв'язують у два етапи: спочатку розкладають матрицю $A$ на добуток $LU$ (прямий хід метода Гауса), а потім послідовно розв'язують системи $LY=B$ та $UX=Y$ (зворотній хід). Метод Гауса часто називають $LU$-розкладом ($LU$-factorization).

Реалізація розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою електронних таблиць.

Одним із прикладів роботи з масивами є покрокове програмування на робочому листі електронної таблиці рішення системи лінійних рівнянь методом Гауса.

Розглянемо систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} 7x_1 + 4x_2 + x_3 = 1 \\ 3x_1 + 5x_2 + 2x_3 = 2 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}$$

На рис. 1 приведені результати покрокового рішення системи лінійних рівнянь методом Гауса:

Для покрокового рішення цієї системи рівнянь спочатку вводимо на робочому листі вихідні дані. Для цього:

1. В комірки діапазону *A2:C4* вводимо коефіцієнти системи, що знаходяться при невідомих.

2. В комірки діапазону D2: D4 вводимо вільні члени.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **Система** | | | **Вільні члени** | | | | | |
| 2 | 7 | 4 | 1 | 1 | | | | | |
| 3 | 3 | 5 | 2 | 2 | | | | | |
| 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | | | | | |
| 5 | **Пряма прогонка** | | | | | **Обернена прогонка** | | | |
| 6 | 7 | 4 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 0 | -0,04615 |
| 7 | 0 | 3,285714286 | 1,57142857 | 1,57142857 | | 0 | 1 | 0 | 0,169231 |
| 8 | 0 | 1,857142857 | 3,71428571 | 2,71428571 | | 0 | 0 | 1 | 0,646154 |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | 7 | 4 | 1 | 1 | | | | | |
| 11 | 0 | 3,285714286 | 1,57142857 | 1,57142857 | | | | | |
| 12 | 0 | 0 | 2,82608696 | 1,82608696 | | | | | |

Рис. 1 Покрокове рішення системи лінійних рівнянь методом Гауса

Приступаємо до прямого прогону методу Гауса:

1. Через буфер обміну копіюємо діапазон A2:D2 на A6:D6.

2. Вибираємо діапазон A7:D7.

3. Вводимо в нього наступну формулу *{=A3:D3-$A$2:$D$2*A3/$A$2}* і завершуємо її ввод натисканням комбінації клавіш *<Ctrl>+<Shift>+<Enter>*.

4. Вибираємо діапазон *A7:D7*, розташовуємо покажчик миші на маркері заповнення цього діапазону і пробуксовуємо його вниз на один рядок.

5. Виділяємо діапазон *A6:D7* і копіюємо його вміст у буфер обміну.

6. Виділяємо комірку *A10*.

7. Виконуємо команду Правка → Спеціальна вставка. На екрані відкриється діалогове вікно **Спеціальна вставка**. Вибираємо перемикач

«значення» в групі **Вставити** і натискаємо кнопку ОК. В результаті в діапазон *A10:D11* з діапазону *A6:D7* будуть скопійовані тільки значення, а не формули.

8. Виділяємо діапазон *A12:D12*.

9. Вводимо в нього наступну формулу {*=A8:D8-A7:D7*B8/B7*} і завершуємо її ввод натисканням комбінації клавіш *<Ctrl>+<Shift>+<Enter>*.

Команда **Правка → Спеціальна вставка** зручна при копіюванні і вставці частини атрибутів комірок, таких як формат чи значення. Команда дозволяє комбінувати в одній комірці атрибути з різних комірок, а також виконувати над ними арифметичні операції. Крім того, встановлення прапорця **транспонувати** дозволяє вставляти в робочий лист дані з буфера обміну з одночасним їхнім транспонуванням. А встановлення прапорця **пропускати порожні комірки** дозволяє ігнорувати порожні комірки при вставці в робочий лист даних з буфера обміну.

Прямий прогін методу Гауса закінчився. Переходимо до зворотного прогону. Для цього:

1. Вибираємо діапазон *F8: I8*.

2. Вводимо в нього наступну формулу *{=A12:D12/C12}* і заверуємо її ввод натисканням комбінації клавіш *<Ctrl>+<Shift>+<Enter>*.

3. Виділяємо діапазон *F7: I7*.

4. Вводимо в нього наступну формулу *{=(A11:D11-F8:I8*C11)/B11}* і завершуємо її ввод натисканням комбінації клавіш *<Ctrl>+<Shift>+<Enter>*.

5. Вибираємо діапазон *F6:I6*.

6. Вводимо в нього наступну формулу *{=(A10:D10-F7:I7*B10-F8:I8*C10)/A10}* і завершуємо її ввод натисканням комбінації клавіш *<Ctrl>+<Shift>+<Enter>*.

Отже, розв’язок системи рівнянь знайдено.

Отже, можемо зробити такі висновки. Розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь є фундаментальною обчислювальною задачею, бо до неї зводиться більшість розрахункових задач.

Найпоширенішим обчислювальним методом розв’язування СЛАР є метод, запропонований ще в кінці 18-го сторіччя великим німецьким математиком, фізиком та геодезистом Карлом Фрідріхом Гаусом.

Метод Гауса грунтується на еквівалентних перетвореннях, які не змінюють розв’язок СЛАР.

Метод Гауса розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь полягає в послідовному виключенні змінних і перетворенні системи рівнянь до трикутного (східчастого) вигляду. Перехід від першої системи рівнянь до останньої називається **прямим ходом методу Гауса. Обернений хід методу Гауса** починається з останньої системи рівнянь. Її розв'язують з кінця до початку. З останнього рівняння знаходять $x_n$. Підставивши це значення в передостаннє – знаходять $x_{n-1}$ і т.д. З першого рівняння знаходять $x_1$. Якщо система рівнянь з $N$ невідомими має єдиний розв'язок, то ця система завжди може бути перетворена до трикутного вигляду.

У випадках систем великих розмірів, а також для зручності, часто на практиці використовують іншу схему розв'язування. Замість перетворень над системою виконують відповідні перетворення над матрицею, складеною з коефіцієнтів при невідомих і стовпця з вільних членів, який для зручності виокремлюють вертикальною лінією.

**Список використаних джерел**


1. Дубовик В.П. Вища математика: навч. посібник / Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К. 2001 – 648 с.
2. Згуровський М.З. Вступ до комп'ютерних інформаційних технологій: Навч. посіб / М.З. Згуровський, І.І. Коваленко, В.М. Міхайленко. – К.: Вид-во Європ. ун-ту (фінанси, інформ. системи, менеджм. і бізнес), 2000. – 265 с.
3. Каханер Д., Моулер К., Неш С. Численные методы и программное обеспечение / Д. Каханер, К. Моулер, С. Неш. – М., 1998. – 575 с.
4. Квєтний Р. Н. Методи комп'ютерних обчислень / Р.Н. Квєтний. – Вінниця: ВНТУ, 2001. – 148 с.



*The article investigates concepts and computational approaches to building structures, specializing in solving systems of linear algebraic equations by Gauss. Done implementation solving systems of linear equations using spreadsheets.*



*Keywords: systems of linear equations equivalent conversion method Gauss.*



УДК 373.5.016: 53



**Онофрійчук С.Р.**, студент 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сергієнко В.П.,** доктор педагогічних наук, професор


## ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ДО ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З ФІЗИКИ


*У статті розглянуто особливості зовнішнього незалежного оцінювання якості знань з фізики в порівнянні з іншими видами підсумкового оцінювання, наведено методичні рекомендації щодо підготовки учнів до даного виду тестування з усіх тем шкільного курсу фізики.*



*Ключові слова: зовнішнє незалежне оцінювання, державна підсумкова атестація, оцінювання, тест.*

**Постановка проблеми.** Всім відомо, що для того щоб вступити у вищий навчальний заклад, абітурієнтам необхідно успішно здати зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) і державну підсумкову атестацію (ДПА). Ці два оцінювання проводяться в традиційному вигляді тестувань. Відмінність між ними полягає в тому, що ЗНО з фізики проводиться окремою незалежною структурою в складі МОН України, розробляється вітчизняними та міжнародними експертами, завдання наперед не відомі абітурієнтам. ДПА, ж в свою чергу, проводиться в школі в якій навчався абітурієнт, своїм вчителем, а завдання подавалися в збірниках, які можна було придбати задовго до екзаменів і вже по них готуватися до складання іспиту.

Під час підготовки до ЗНО з фізики вчителі змушені вивчати не конкретне завдання чи фізичний закон, а проходити всі теми, всі закони, розв'язувати багато задач, зі всього курсу фізики. Тому що ні рівень складності, ні конкретні завдання на перед не відомі. Отже на мою думку зовнішнє незалежне оцінювання, на сьогоднішній день, є набагато ефективнішим, ніж будь який інший екзамен чи тест.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналізуючи наявні на ринку посібники по підготовці до ЗНО, можна помітити дві крайності. Окремі посібники грішать надмірною схематичністю та сухістю викладу теоретичного матеріалу, не містячи при цьому ніяких структурних блок-схем чи опорних конспектів. На противагу цьому окремі інші посібники містять занадто детальний виклад теоретичного матеріалу, в якому наводяться рідко застосовні формули та твердження, які відволікають від сприйняття основного матеріалу. Ні перша, ні друга категорія посібників не підходить для учнів зі слабким та середнім рівнем підготовки з фізики, оскільки їм важко виділити головне і водночас добре розібратися в непростому для них матеріалі. Зрозуміло, що вибір доречного посібника по підготовці до ЗНО з фізики є суб'єктивним і залежить від стилю викладання вчителя чи репетитора, а також від рівня математичної підготовки учня. Крім того, щороку на українському ринку друкованих видань по підготовці до ЗНО з математики з'являються нові посібники, а відомі раніше зазнають суттєвих структурних змін та редагуються.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є опис системи підготовки до ЗНО з фізики, а також наведення методичних рекомендацій для вчителів і учнів щодо особливостей розв'язування тестових завдань з фізики, які стосуються всіх тем шкільного курсу фізики.

**Виклад нового матеріалу.** Суть авторської системи підготовки до ЗНО полягає в розбитті курсу систематизації та повторення теоретичного матеріалу з фізики на 5 тематичних блоків: «Класична механіка», «Електромагнетизм», «Термодинаміка, статистична механіка», «Квантова механіка», «Теорія відносності». Після проведення тематичної підготовки здійснюється написання кількох комплексних тестів у форматі ЗНО з наступним їх аналізом та здійсненням корекції навчальної діяльності учнів. Після проведення тематичної підготовки здійснюється написання тестів у форматі ЗНО, а також великої кількості задач для закріплення того чи іншого фізичного закону.

На нашу думку, хибним є підхід, за яким під час проведення підготовчих курсів немає належного «зворотного зв'язку» викладача та слухачів, а самі курси, фактично, перетворюються в «театр одного актора», який, читаючи лекції (навіть дуже якісно), лише створює в учнів ілюзію простоти розв'язування тестових завдань ЗНО з математики. На нашу думку, саме самостійна робота слухачів курсів є головною під час їх проведення.

**Висновки.** Проблема належної підготовки українських випускників до незалежного оцінювання якості знань з фізики на сьогодні є надзвичайно актуальною. Важливими кроками до розв'язання цієї проблеми, на нашу думку, є створення якісної навчально- методичної літератури та розробка системи (чи кількох альтернативних систем) підготовки до ЗНО з фізики з належною їх апробацією на підготовчих курсах різних термінів, індивідуальних заняттях тощо.

**Список використаних джерел**


1. Аванесов В.С. Научные основы тестового контроля знаний / В.С. Аванесов. – М. Иссл. центр, 1994.

1. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 190 с.

2. Бондаренко З. В. Розробка тестових завдань, як засобу контролю знань і умінь студентів ВНЗ з теми “Дифференціальні рівняння” / З. В. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004. – № 3. – С. 95–101.

3. Булах І. Є. Теорія і методика комп'ютерного тестування успішності навчання (на матеріалах медичних навчальних закладів): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук: спец. 13.00.01 “Теорія та історія педагогіки” / І. Є. Булах. – К., 1995. – 50 с.

2. Габова О.В. Тестирование - одна из форм диагностики и проверки успешности обучения / Габова О.В., Русаков А.А. // Педагогическая информатика, № 3. – 2005. – с.13-17.

4. Краснов Н.Ф. Ширше застосовувати нові методи і технічні засоби навчання / Н.Ф. Краснов // Вісник вищої школи. - 1980. - № 5. – С. 3-11.

5. Міхєєва Н.С. Деякі принципи розробки завдань для контролю засвоєння навчальногоматеріалу / Н.С. Міхєєва. – М.,1979.

*In the article the features of external independent assessment of knowledge in physics compared with other types of outcome assessment are guidelines for preparing students for this type of testing in all subjects school physics course.*

*Keywords: external independent evaluation, the state final examination, evaluation, test.*

УДК 373.5.016: 53

**Панчишина О.В.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## РОЛЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У СИСТЕМІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ ШКОЛІ

*У статті здійснено аналіз різних наукових підходів до визначення поняття експериментальної компетентності майбутніх учителів фізики і математики. Детально розглянуто структурні компоненти експериментальної компетентності та їх зміст. Розглядаються дидактичні і технологічні особливості формування експериментальної компоненти у структурі розвитку навчально-пізнавальної компетентності школярів у навчанні фізики*

*Ключові слова: компетентність, професійна компетентність, експериментальна компетентність, експериментальні вміння, компоненти експериментальної компетентності.*

Останнім часом проблема експериментальної компетентності перебуває в центрі уваги дослідників. Питанням компетентнісного підходу в освіті присвячені праці П. Атаманчука, Р. Гуревича, Н. Єрмакової, В. Заболотного, О. Кузьменко, Н. Мисліцької, С. Муравського, М. Шута тощо. Проблеми формування експериментальної компетентності розкрито в дослідженнях І. Агібової, М. Анісімова, Л. Артемової, В. Мендерецького, О. Ніколаєва, М. Павлової.

Зважаючи на великі можливості фізики в загальноосвітній школі не лише для вивчення основ науки, але й для ознайомлення учнів з її методами, важливим завданням навчання цієї дисципліни є формування навчально-пізнавальної компетентності учнів, а враховуючи її прикладний характер очевидно, що важливим структурним елементом навчально-пізнавальної компетентності учнів і професійної компетентності вчителів у системі шкільної фізичної освіти є експериментальна компонента. Це зумовлюється тим, що навчальна фізика є експериментальною дисципліною, тому експериментальний метод наукового дослідження і система навчального фізичного експерименту одночасно розглядаються як важливі дидактичні засоби і об'єкти вивчення. Проте, незважаючи на їхню важливість, на сьогоднішній день вони ще не стали предметом комплексного науково-методичного дослідження у контексті розвитку експериментальної компетентності учнів. Потрібно виходити з того, що в основі будь-якої конкретної методичної проблеми лежить діалектична суперечність між протилежностями освітнього процесу, виявлення якої та пошук шляхів і засобів її узгодження складає суть вирішення проблеми і зумовлює наступний крок у розвитку теорії й методики навчання фізики. Практика свідчить, що реалізація основних дидактичних функцій навчального фізичного експерименту пов'язана з цілою низкою суперечностей, вирішення яких можливе лише завдяки комплексному підходу саме в контексті вирішення такої інтегральної проблеми, як формування експериментальної компетентності.

На думку багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених, компетентнісний підхід є одним із перспективних напрямків оновлення освіти і підготовки фахівців, що відповідатимуть сучасним вимогам. Упровадження компетентнісного підходу до організації навчання має сприяти модернізації традиційного підходу, пріоритетом якого є формування знань, умінь і навичок. Компетентнісний підхід акцентує увагу на результатах підготовки майбутніх вчителів до педагогічної діяльності. При цьому під результатом розуміється не лише засвоєна інформація, а й здатність фахівця діяти в різних педагогічних, дидактичних, комунікативних ситуаціях, адекватно використовуючи отримані професійні знання та вміння.

Уточнюючи поняття професійної компетентності, І. Агібова розглядає його як сукупність ключової, базової і спеціальної компетентностей, підкреслюючи, що ключові компетентності проявляються, насамперед, у здатності розв'язувати професійні задачі на основі використання інформації, комунікації, в тому числі і на іноземній мові, соціально-правових основ поведінки особистості в громадянському суспільстві; базові компетентності визначають специфіку певної професійної діяльності; спеціальні компетентності відображають специфіку конкретної або надпредметної сфери професійної діяльності. У своїй статті автор виокремлює наступні спеціальні компетентності, характерні для викладача фізики: експериментальні, формування в учнів експериментальних умінь, розв'язування фізичних задач, навчання учнів розв'язуванню фізичних задач, керування технічною творчістю учнів, укомплектування фізичного кабінету тощо [1].

Дослідник О. Кузьменко описує шість фізичних компетентностей, які формуються в студентів при вивченні фізики у вищих навчальних закладах: навчальну, інформаційну, розв'язуванню фізичних задач, експериментальну, дослідницьку, професійну.

Науковець Н. Єрмакова виділяє п'ять предметно-галузевих компетентностей, оволодіння якими в комплексі забезпечує формування та розвиток фізичних компетентностей учнів: навчально -пізнавальну, компетентність розв'язування фізичних задач, експериментальну, дослідницьку та методологічну.

Як бачимо, в дослідників немає однозначного підходу до класифікації компетентностей, які формуються під час вивчення фізики. Але всі автори схиляються до думки, що експериментальна компетентність є невід'ємною складовою фізичних компетентностей.

Науковці визначають експериментальну компетентність як складні творчі дії, що передбачають готовність людини діяти в нестандартних умовах, компонентами яких є вміння, що формуються на основі знань способів виконання дій (І. Агібова); освоєння вчителем фізики компетенцій в галузі навчального фізичного експерименту (М. Павлова); цілісне, системне утворення, яке складається із сукупності відповідних розумових і практичних умінь, навичок, пізнавально-соціальних мотивів, а також методологічних знань і є продуктом наполегливої цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, носієм якої є суб'єкт цієї діяльності (М. Галатюк).

***Експериментальну компетентність*** можна розглядати як цілісне, системне утворення, яке складається із сукупності відповідних розумових і практичних умінь, навичок, пізнавальних мотивів, а також методологічних знань і є продуктом адекватної цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, носями якого є суб'єкти цієї діяльності (учитель та учень). Проте, експериментальна компетентність це не тільки експериментальні уміння і відповідні методологічні знання. Експериментальна компетентність - це відповідний спосіб мислення. Дійсно, коли ми говоримо про фізичне мислення, то маємо на увазі саме те, що лежить в основі експериментальної компетентності. "Під фізичним мисленням, - зазначає С.У. Гончаренко, - розуміють уміння спостерігати явища, розкладати явища на складові частини і встановлювати між ними основні зв'язки й залежності..." [2, С. 125].

Психолого-дидактичною основою розвитку експериментальної компетентності є діяльнісний підхід. Він визначає дидактичну стратегію і методологію вирішення проблеми. Щодо діяльнішого підходу в даному контексті, то, на нашу думку, тут треба правильно розставляти акценти. А саме, діяльнісний підхід - це не лише залучення учнів до певної навчально-пізнавальної діяльності з метою набуття необхідних знань і умінь або активізація цієї діяльності, як зараз часто прийнято наголошувати на цьому аспекті [3]. Діяльнісний підхід - це насамперед здобуття досвіду пізнавальної діяльності й здатності її реалізовувати. Тобто акцент потрібно переносити з навчально-пізнавальної діяльності як засобу, на навчально-пізнавальну діяльності як продукт, результат навчання.

Формування експериментальної компетентності, якщо розглядати її через призму діяльнісного підходу, передбачає здобуття досвіду виконання насамперед таких пізнавальних дій як навчальне спостереження, моделювання фізичного експерименту, практичне виконання експерименту, аналіз та інтерпретація його результатів, висунення гіпотези на основі отриманих емпіричних фактів та ін.

Результативністю виконання названих дій визначається рівень розвитку відповідних пізнавальних умінь. Ці уміння є узагальненими, тому що процедура виконання відповідних дій включає в себе дії і операції нижчого рівня узагальнення. Розвиток зазначених умінь ґрунтується на засвоєнні відповідної орієнтувальної основи.

О. Кузьменко, розглядаючи експериментальну компетентність, виокремлює наступні уміння, які розвиваються в студентів при вивченні фізики у вищих навчальних закладах: уміння планувати експеримент з фізики (формулювати мету, складати план досліду і визначати найкращі умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостереження); уміння готувати експеримент з фізики (обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади, збирати дослідні установки, схеми, раціонально розміщувати прилади та обладнання, організувати безпечне проведення дослідів); уміння спостерігати явища та процеси при вивченні загальної фізики (визначати мету і об'єкт спостереження, встановлювати характерні риси перебігу явищ та процесів, виділяти їхні суттєві ознаки); уміння вимірювати фізичні величини (користуватися різними вимірювальними приладами, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу); уміння опрацьовувати результати експерименту (знаходити значення величин, похибки вимірювання, креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних); уміння інтерпретувати результати експерименту (описувати явища і процеси, які спостерігаються, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведене дослідження); уміння складати звіт про виконану роботу (креслити пояснювальні рисунки та схеми, формулювати висновки відповідно до поставленої мети, готувати звіт про проведене експериментальне дослідження) [4].

Дослідниця І. Агібова стверджує, що до структури експериментальних компетентностей мають входити такі уміння: формулювання мети проведення фізичного експерименту; проведення експерименту, обробки і аналіз результатів; вибір експерименту для використання на уроці і найефективнішої форми його проведення; підбір необхідних для експерименту приладів, використання їх за призначенням, заміна приладів, яких не вистачає, іншим рівноцінним обладнанням, проведення елементарних розрахунків параметрів приладів тощо; збирання експериментальної установки відповідно до педагогічних вимог до шкільних демонстрацій і лабораторних робіт; проведення експерименту і організація діяльності учнів з його спостереження; проведення обробки результатів експерименту із залученням учнів; визначення місця і значення отриманої інформації (фізична інтерпретація, забезпечення гармонічного поєднання теоретичних та експериментальних компонентів у навчальному процесі); активізація пізнавальної діяльності учнів у процесі проведення експерименту; управління діяльністю учнів зі сприйняття і осмислення експерименту; перевірка засвоєння учнями явища, відтвореного в експерименті; управління проведенням індивідуального самостійного експерименту учнів (практикуми, фронтальні або домашні досліди) тощо.

Розглядаючи експериментальні компетентності, автор виокремлює фахові експериментальні компетентності майбутнього вчителя, формуванню яких сприяють роботи практикуму з методики навчання фізики. До них віднесено: знання основного призначення приладу, його принципу дії, технічних можливостей; вміння збирати демонстраційні і лабораторні установки; вміння включати демонстраційний експеримент в навчальний процес; вміння організувати проведення лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму, розв'язання експериментальних задач [1].

Павлова М., розглядаючи експериментальну компетентність майбутнього вчителя фізики, виділяє характерні риси і прояви компетенцій у сфері навчального фізичного експерименту. Цими компетенціями, на думку вченої, є компетенції: у сфері основного обладнання шкільного кабінету фізики; у сфері учнівського фізичного експерименту; у сфері демонстраційного експерименту; у керівництві пізнавальною діяльністю учнів у процесі спостереження і дослідження фізичних явищ; у сфері правил техніки безпеки [5].

Таким чином, у даній статті нами здійснено аналіз різних наукових підходів до визначення поняття експериментальної компетентності, розглянуто структурні компоненти експериментальної компетентності та їх зміст. Теоретичною основою формування експериментальної компоненти компетентності є теорія навчальної діяльності. Технологія формування експериментальних умінь і навичок учнів будується на поєднанні і взаємопроникненні традиційних видів навчально-експериментальної діяльності у відповідності до сучасних професійно значимих якостей спеціаліста і засобів керування нею.

**Список використаних джерел**

1. Агибова И.М. Формирование эксперименталькмх компетентностей в системе методической подготовки будущего преподавателя физики в условиях классического университета / И.М. Агибова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2010. - №3 (Т. 12). - С. 550-554.

2. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя / Гончаренко С.У. - К.: Рад. шк., 1990. - 208 с.

3. Формирование учебной деятельности школьников / В.В. Давыдов, И. Ломпшер, А.К. Маркова и др. - М.: Педагогика, 1982. - 216 с.

4. Кузьменко О.С. Формування професійної компетентності студентів вищих навчальних закладів з позиції акмеологічного підходу / О.С. Кузьменко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Вип. 19: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. - Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013. - С. 93-95.

5. Павлова М.С. Экспериментальная компетентность будущего учителя физики / М.С. Павлова // Вестник Томского государственного педагогического университета. - 2010. - №1. - С. 40-44.

*The article analyzes different scientific approaches to the definition of experimental competence of future teachers of physics. We considered in detail the structural components of experimental competence and their contents. The didactics and technological features of forming of experimental are examined components in the structure of development of educational-cognitive competence of schoolboys in the studies of physics.*

*Keywords: competence, professional competence, experimental competence, experimental skills, experimental components of competence.*

УДК 004.94:62-83:622.323

**Підлісна О.В.**, студентка 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Слободянюк О.В.,**кандидат технічних наук, доцент

## ПРОЕКТУВАННЯ FRONTEND ІНТЕРФЕЙСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ BOOSTRAP

*Анотація:Стаття присвячена фреймворку Bootstrap – одному з найбільш використовуваних для створення адаптивного дизайну клієнтської частини сайту.*

*Ключові слова: фреймворк, Bootstrap, frontend, CSS, HTML.*

**Вступ.** Коли розробник створює сайт, він намагається зробити його гарним і функціональним. Турбується він і про те, щоб сайт відображався однаково у всіх найбільш популярних веб-браузерах.

Більшість кінцевих продуктів ніколи не складається з одного файлу, їх розподіляють на частини. Одна з них відповідає за реалізацію зручного графічного користувацького інтерфейсу. Її особливістю є те, що виконується вона безпосередньо в браузері користувача і носить назву frontend. Інша частина системи займається обробкою даних, що використовуються в даній системі, реалізує внутрішній системний функціонал, формує інструментальні засоби, що доступні користувачам через frontend частину системи. Дана частина носить назву backend'у, виконується на стороні серверу і є по суті невидимою для своїх користувачів.

Frontend розробник займається версткою шаблону сайту і створенням користувацького інтерфейсу. Поділ на backend та frontend робить веб-розробку простішою та швидшою[1]. Frontend розробник повинен мати навички дизайнера, бути майстерним верстальником і хорошим програмістом.

Сучасні фреймворки, такі як Bootstrap, суттєво змінили процес створення веб-сайтів. Ті інструменти, які ними надаються, роблять даний процес набагато простішим, особливо для не-програмістів, і дозволяють створювати повноцінний сайт у мінімальні терміни часу і без особливих зусиль[2].

**Загальна характеристика фреймворку Bootstrap.**

Bootstrap був створений в компанії Twitter Марком Отто і Якобом Торнтоном і спочатку використовувався для власних продуктів під назвою «Twitter Bootstrap». Був викладений для загального доступу в серпні 2011 року на GitHub[3].

Bootstrap – це CSS/HTML фреймворк для створення сайтів. Іншими слова, це набір інструментів для верстки.

Даний фреймворк є цілковитим лідером серед великої кількості фреймворків. Отримавши велику популярність, він продовжує інтенсивно розвиватися. Основною його ідеєю є адаптивний дизайн з орієнтацією на мобільні пристрої.

**Переваги.**

1. Швидкість роботи – завдяки великій кількості готових елементів верстка займає значно менше часу;

2. Масштабованість – додавання нових елементів не порушує загальну структуру;

3. Легка налаштовуваність – редагування стилів проводиться шляхом створення нових css-правил, які виконуються замість стандартних.

4. Велика кількість шаблонів;

5. Велика спільнота розробників;

6. Широка сфера застосування – використовується для створення оформлення для майже будь-якої CMS (OpenCart, Prestashop, Magento, Joomla, Bitrix, WordPress і т.д.)

**Робота з фреймворком**

Для початку роботи з фреймворком необхідно завантажити його з офіційного сайту або GitHub, де знаходяться оригінальні файли CSS та Javascript[4].

Перед завантаженням розробник може обрати, ті компоненти фрейморку, які йому знадобляться при роботі.

На сторінці завантаження Bootstrap в формі з прапорцями необхідно вказати ті об'єкти, що знадобляться для подальшої роботи над проектом.

Скомпільована версія Bootstrap має наступну структуру (рис.1):

```
bootstrap/
├── css/
│   ├── bootstrap.css
│   ├── bootstrap.min.css
├── js/
│   ├── bootstrap.js
│   ├── bootstrap.min.js
├── img/
│   ├── glyphicons-halflings.png
│   ├── glyphicons-halflings-white.png
└── README.md
```

Рис. 1. Структура Bootstrap

Отримані файли потрібно зберегти в папку з проектом, а в html-документі додати посилання на CSS і JS файли:

<link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">

<script src="js/bootstrap.min.js"></script>

Bootstrap – це набір з трьох частин: css/html, js-компонентів та іконочного шрифту. Bootstrap містить набір базових стилів, таких як стилі для друку, стилі для тексту, оформлення коду на сторінках, таблиць, форм, кнопок, а також чутливі елементи – набір інструментів для швидкої і зручної верстки для мобільних пристроїв. До основних компонентів належать іконочний шрифт, блоки кнопок, навігація головного меню, посторінкова навігація, кнопки «назад» і «вперед», виноски, оформлення зменшених копій фотографій, повідомлення, індикатор процесу, панелі, чутливі об'єкти. До JavaScript компонентів належать поступові переходи, анімація, випадаючі списки, спливаючі підказки, спливаючі вікна, слайдер з декількома варіантами руху.

*Верстка шаблонів*

Блочна система (Grid System) дозволяє горизонтально розділити сторінку на 12 стовпців. Якщо використовувати всі 12 частин немає необхідності, такі блоки можна легко групувати, створюючи більш широкі стовпці[4].

Блочна структура в Bootstrap розрахована також на мобільні пристрої та планшети. Блоки автоматично перебудовуються залежно від розміру екрану.

*Таблиці*

В Bootstrap є можливість додавати оформлення до будь-яких таблиць. Для оформлення таблиць використовують класи .table-striped (додасть сірий фон непарним рядкам), .table-bordered (додання горизонтальних і вертикальних границь), .table-bordered (підсвічування комірок), .table-condensed (зменшує відступи для комірок таблиці). Клас .table-responsive робить таблицю чутливою до розмірів екрану, на якому відображається сторінка[3]. Даний клас необхідно призначити не самій таблиці, а елементу, в якому вона знаходиться.

*Кнопки*

Bootstrap містить оформлення для семи видів кнопок. Стилі кнопок можуть застосовуватися до елементів <button> і <input type="button">, а також до посилань <a>.

*Форми*

Bootstrap дозволяє додавати оформлення для будь-яких форм на сторінці. Форми, створені на Bootstrap, можуть бути горизонтальним і вертикальними.

За допомогою різних класів можна оформити форму вертикально, горизонтально або в вигляді рядкових елементів[4].

*Оформлення тексту*

Фреймворк додає нові стилі до звичайного тексту і рядкових елементів: .lead (виділяє параграф збільшенням розміру тексту), .small (зменшує розмір тексту до 85%), .text-left (вирівнювання по лівому краю), .text-center (вирівнювання по центру), .text-right (вирівнювання по правому краю), .text-justify (вирівнювання по ширині), тощо[3].

*Текстові панелі*

Текстові панелі – це звичайні блоки з текстом, оточені рамкою і відступами для зручного виділення цього тексту поруч з іншими елементами.

*JavaScript компоненти*

Для створенння динамічних елементів Bootstrap містить бібліотеку bootstrap.js. Вона дозволяє легко створювати об'єкти, із якими може взаємодіяти відвідувач сайту[4]. Це можуть бути модальні вікна, вкладки, слайдери, тощо.

*Проекти, створені з використанням Bootstrap*

З використанням даного фреймворку створено велику кількість сайтів відомих всьому світу компаній, об'єднань, тощо.  До них належать сайти FIFA, Visual Studio Code, Vogue, Maps Connect, Rolling Stones, Twitter Translation Center.

**Висновки.** Отже, Bootstrap – це інструмент, що робить процес розробки набагато простішим та дозволяє створювати сайт в мінімальні терміни без особливих зусиль, основною ідеєю якого є адаптивний дизайн з орієнтацією на мобільні пристрої. При використанні Bootstrap необхідні хоча б базові знання HTML та CSS, фреймворк містить стабільний і добре протестований код, а розробник отримує регулярні оновлення.

**Список використаних джерел**

1. Что такое front-end и back-end? [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: https://konservs.com/it/web/front-and-back-end-61.

2. Gerchev I. Front-end Frameworks: Custom vs. Ready-to-use Solutions [Електронний ресурс] / Ivaylo Gerchev. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: http://www.sitepoint.com/front-end-frameworks-custom-vs-ready-use-solutions.

3. Bootstrap [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://twbs.docs.org.ua/.

4. Токар Н. Уроки Bootstrap [Електронний ресурс] / Назар Токар. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: http://dedushka.org/uroki/6901.html.

*Annotation: The article is devoted to framework Bootstrap - one of the most used for creating responsive design of frontend.*

*Keywords: framework, Bootstrap, frontend, CSS, HTML.*

УДК 372.853.53
**Просандєєв О.І.**, студент 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кух А.М.**, кандидат педагогічних наук, професор

# ВИМОГИ ДО РОЗРОБКИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

*Анотація. Проаналізовано критерії добору завдань тесту та форми їх подання.*

*Ключові слова: тест, завдання, критерії, форми.*

Сьогодення педагогічної науки зосереджено на якості освіти і забезпеченні досягнення визначених рівнів освіченості. І не останню роль тут відіграють тестові засоби контролю. Ключове питання тут підготовка якісних матеріалів тесту.

***Критерії для вибору завдань тесту:***

1. Зрозумілість. Оберіть ту форму завдання, яка, вірогідно, буде більш зрозумілою.

2. Надайте перевагу тій формі завдань, яка запобігає випадковому розпізнаванню правильних відповідей.

3. Компактність. Оберіть ту форму, в якій запитання формулюється найбільш стисло.

4. Стежте за тим, щоб форма завдання (варіанти відповідей, списки для відновлення відповідності) не розкривала відповіді на інші завдання.

5. Якщо завдання рівною мірою ефективні, оберіть той вид завдань, який найменше поданий у тесті.

6. Розробіть тестові завдання заздалегідь, щоб згодом їх можна було переглянути та за потреби модифікувати.

7. Розробіть більше тестових завдань, ніж це передбачено планом тесту. Це дасть змогу відкинути слабкі або недоречні завдання під час їх перегляду та спростити остаточний добір завдань відповідно до специфікації тесту.

Під час відбору завдань для тесту необхідно ***особливу увагу звернути на такі моменти:***

***по-перше***, тест має містити таку кількість тестових завдань, що є достатньою для забезпечення відповідної точності методу вимірювання. В науковому дослідженні Пола Клайна доведено, що для забезпечення надійності тесту необхідно від 20 до 30 завдань [1, с.194]. Навіть при такій невеликій довжині тесту, як 10 завдань, точність оцінки надійності є досить великою [там само, с.37]. Визначальним є не кількість завдань, а їх характер (особливості) та призначення тесту. Тест має адекватно відображати ті знання та здібності, які перевіряються. Хоча не можна заперечувати, що надійність збільшується з довжиною тесту;

***по-друге***, часто джерелом помилок в тестах спеціальних здібностей і досягнень є втома, оскільки такі завдання вимагають зусиль з концентрації, зосередженості уваги. Тому довжина тесту в 20 – 30 завдань є оптимальною, а різноманітність форм та видів тестових завдань, можливо, зробить тест менш монотонним;

***по-третє,*** завдання в тесті необхідно розташовувати в порядку складності. Це робиться для запобігання випадків, коли той хто тестується надто багато часу витрачає на завдання, яке не може розв'язати і, таким чином, позбавляє себе можливості виконати інші завдання.

***Форма подання тестових завдань***, з яких складається тест, ***повинна задовольняти певним рекомендаціям діагностів:***

– тестові завдання однакової форми мають супроводжуватись однією інструкцією з їх виконання. Це дає можливість „пристосуватися" до даного виду завдань, а, відповідно, достатньо розуміння однієї інструкції для кількох завдань тесту. При зміні форми тестових завдань подається відповідна нова інструкція;

– текст інструкції повинен відрізнятися від основного тексту іншим шрифтом або активним кольором та відокремлюватися від тестових завдань двокрапкою;

– тестові завдання нумеруються арабськими цифрами, нумерація тестових завдань різної форми наскрізна по всій довжині тесту;

– тестові завдання можуть містити формули, графічні зображення тощо;

– запитальна частина тестового завдання виділяється великими літерами, курсивом або активним кольором;

– запитальна частина тестових завдань та можливі відповіді не відокремлюються будь-яким знаком;

– елементи відповіді мають окрему індексацію, як правило, буквену;

– відповіді розташовуються під запитальною частиною симетрично.

Під час конструювання тестів необхідно враховувати, що в основу їх класифікації покладені різні ознаки (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Класифікація тестів**

| № п/п | Класифікація тестів | Ознаки |
|---|---|---|
| 1. | За цілями | – з елементами навчання;<br>– виключно контрольні. |
| 2. | За видами діагностування | – вхідне (стартове);<br>– поточне (тематичне); |

| | | |
|---|---|---|
| | | – вихідне (фінішне). |
| 3. | За функціями перевірки | – констатуючі;<br>– діагностуючі;<br>– прогнозуючі. |
| 4. | За рівнем уніфікованості | – стандартизовані; *<br>– нестандартизовані. |
| 5. | За співвідношенням із нормами або критеріями | – орієнтовані на норму; **<br>– орієнтовані на критерій. |
| 6. | За характером необхідних дій, які передбачають | – просте відтворення знань;<br>– аналіз ознак поняття;<br>– виконання певних дій (обчислення, зіставлення, логічного висновку тощо). |
| 7. | За рівнем засвоєння | – тести І рівня – на впізнання, дізнавання і розрізнення;<br>– тести ІІ рівня – відтворення інформації про об'єкт по пам'яті;<br>– тести ІІІ рівня – розв'язання типових завдань;<br>– тести ІУ рівня – творчого застосування здобутих знань. |
| 8. | За формою тестових завдань | – з відкритими тестовими завданнями;<br>– з закритими тестовими завданнями;<br>– ситуаційні тести. |
| 9. | За однорідністю тестових завдань у тесті | – тести однорідні, що складаються з тестових завдань одного виду;<br>– тести неоднорідні. |
| 10. | За видом | – словесні;<br>– числові;<br>– знакові;<br>– зорово-просторові (схеми, таблиці, графіки, малюнки тощо). |
| 11. | За формою тестування | – для групового тестування;<br>– для індивідуального тестування. |
| 12. | Щодо застосування технічних засобів | – безмашинні тести (з ручною обробкою результатів);<br>– комп`ютерні тести. |

Стандартизованість тесту – це комплексна характеристика, яка визначається властивостями тесту, процедурами вимірювання та оцінювання, а також чіткою регламентацією у вигляді інструкцій стосовно характеристик усіх категорій вимірювання.

Тести, орієнтовані на норму, базуються на тестовій стратегії “Мета досягнута”, “Мета не досягнута”. Вони передбачають порівняння результатів із певною нормою, що дає можливість застосовувати їх на заліках. Тести, орієнтовані на критерій, визначають індивідуальні результати та передбачають оцінювання їх зв’язку з насамперед встановленими критеріями.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що добір завдань тесту і форми їх подання є важливим чинником контролю якості освіти і має враховуватися при проведенні процедур контролю та оцінювання. Технологія ж проведення тестування передбачає дотримання наступних правил. 1. Інформаційна та психологічна підготовка педагогічних працівників до тестування (педагогічного діагностування). Це вимагає від методиста роз’яснення (можливо з ілюстрацією на простих прикладах) інструкцій вчителям до початку тестування. В результаті це має привести до того, що всі розуміють інструкції та ознайомлені з різновидами запропонованих завдань. 2. Додержання правил конфіденційності під час тиражування та поширення тестових брошур для діагностування (збереження ключа до тестових завдань в таємниці). 3. Уніфікація методик опрацювання результатів тестування.

**Список використаних джерел**

1. Клайн П. Справочное руководство по конструированию тестов. Введение в психометрическое проектирование. – К.: „ПАН Лтд.”, 1994. – 283с.

2. Скребец В.А. Психологическая диагностика: Учеб. пособие. – К.: МАУП, 1999. – 120с.

3. Старченко К. Педагогічна діагностика професійної компетентності педагогічних працівників / Старченко К., Васильєва Г. // Післядипломна освіта в Україні. – 2005. – №1. – С. 52 – 57.

*Anotation. Selection criteria analyzed test tasks and forms of presentation.*

*Keywords: test, objectives, criteria and forms.*

УДК 004.9:378.16:378.14.015.62

**Райтаровський Т.Р.**, студент 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Смалько О.А.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## СУЧАСНІ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ АТЕСТАЦІЇ СТУДЕНТІВ

*У статті аналізуються переваги використання у вищий школі систем*

*комп'ютерного тестування знань студентів, а також наводяться результати дослідження існуючих програмних засобів і веб-застосунків, призначених для створення тестів, які можна використовувати безплатно.*

*Ключові слова: тестування знань, комп'ютерні тести, системи комп'ютерного тестування, веб-застосунки, веб-сервіси.*

Освітні реформи, що провадяться у вищій школі відповідно до нового Закону України "Про вищу освіту", поступово призводять до значного зменшення кількості годин аудиторного навантаження студентів та збільшення годин, що виділяються на самостійну роботу. Саме тому перед викладачем постає важливе завдання — за найкоротший час перевірити знання зі свого предмету найбільшої кількості студентів. Це стає можливим завдяки використанню сучасних комп'ютерних систем тестування знань.

Метою проведеного дослідження було з'ясування переваг сучасних систем комп'ютерного тестування знань, огляд їх різноманіття та оцінювання можливостей їх використання в процесі перевірки знань студентів вищих навчальних закладів.

Автори численних публікацій висловлюються про користь сучасних технологій тестування знань, зокрема комп'ютерних, оскільки завдяки їм виключається можливість впливу на результати оцінювання знань студентів педагогічного суб'єктивізму. Для викладачів значно спрощується процедура перевірки знань студентів, результати швидко систематизуються, це допомагає надійно і адекватно оцінити знання студентів з використанням статистичних методів. Крім того, розвиток сучасних інформаційних технологій дозволяє застосовувати нові адаптивні алгоритми тестового контролю, використовувати в тестах мультимедійні можливості комп'ютерів. Також із вдосконаленням систем тестування підвищується оперативність оцінювання знань їх користувачів, спрощуються процедури адміністрування. При цьому дуже позитивним є те, що при діагностиці знань студентів з використанням комп'ютерних систем у них значно знижується емоційна напруженість [2].

До переваг тестового контролю можна також віднести і можливість впроваджувати тести на всіх етапах навчання, що дозволяє ефективно управляти навчальним процесом. Виправдовують себе усі види автоматизованого контролю: вхідний, поточний, періодичний, підсумковий, самоконтроль і взаємоконтроль. Звісно, не всі методи контролю можуть бути в рівній мірі піддані автоматизації, але з розвитком інформаційних технологій з'являються нові можливості для цього [1, с.4-6; 3, с.62-64].

Час від часу окремі дослідники роблять спроби аналізу та класифікації існуючих програмних засобів тестування знань, але у зв'язку з надзвичайною швидкоплинністю сучасних інформаційних процесів і комп'ютерних технологій, а також з постійним урізноманітненням програмних засобів даного призначення це зробити повною мірою не вдається і доводиться подібні огляди проводити знову і знову. Найбільш привабливими для сфери освіти є безплатні програмні продукти, тому при аналізі існуючих систем особливу увагу слід звернути на такі, що поширюються за відповідними ліцензіями.

На даний час найбільш повнофункціональними і придатними для використання у вищій школі є наступні безплатні системи тестування знань: ADTester (http://www.adtester.org), TestTurn (http://testturn.veralsoft.com), TestGold (http://avelife.ru/products/testgold/agent.htm), PTest Plus! (http://moy-univer.ru/programmnyi-komplekc-ptest-plus), x-TLS (http://xtls.org.ua/about.php), OpenTest (https://sourceforge.net/projects/opentest), RichTest (http://maestro-kit.ucoz.ru/publ/richtest/skachat/3-1-0-9), eTest (http://www.etest.ru), MultiTester (http://rowi.org.ua/index.php/4-multitester), MyTestX (http://mytest.klyaksa.net).

Серед веб-застосунків подібного призначення також можна знайти декілька найбільш придатних для використання у вищих навчальних закладах, наприклад: Майстер-Тест (http://master-test.net), Let's test (https://letstest.ru/subscription), Mr Tester (www.mr-tester.ru/test/list_control), Online Test Pad (http://onlinetestpad.com/ru-ru/Main/TestMaker.aspx), Easy TestMaker (www.easytestmaker.com), TestsOnline (http://testsonline.ru), Google Форми (https://docs.google.com/forms), Testmoz (https://testmoz.com), Yacapaca! (http://ru.yacapaca.com), ClassMarker (http://www.classmarker.com), Gnowledge (http://www.gnowledge.com/main/welcome.aspx), Quizlet (https://quizlet.com), Банк Тестов.RU (http://www.banktestov.ru), QUIZinator (http://quizinator.com), Usaura (http://www.usaura.com), thatquiz (http://www.thatquiz.org), QuizStar (http://quizstar.4teachers.org/freetrial.jsp), Webanketa (http://webanketa.com), GoToQuiz (http://www.gotoquiz.com/create.html?errs=1), SurveyMonkey (https://ru.surveymonkey.com), Kahoot! (https://getkahoot.com), HELLOQUIZZY (https://www.helloquizzy.com), QZZR (https://www.qzzr.com). Для отримання можливості створювати власні тести на більшості з перелічених веб-сервісів потрібно попередньо пройти реєстрацію. Деякі сервіси є платними, але їх розробники пропонують користувачам обмежені безплатні можливості, які для викладачів можуть виявитись достатніми для підтримки навчального процесу з окремих дисциплін.

Функціональні можливості наведених програмних засобів і веб-застосунків потребують подальшого детального дослідження. Зокрема, планується провести їх порівняльний аналіз і розробити рекомендації щодо їх вибору для атестації студентів.

**Список використаних джерел**

1. Андронатій П. І. Комп’ютерні технології в освітніх вимірюваннях: Навчально-методичний посібник / П. І. Андронатій, В. В. Котяк. — Кіровоград: Лисенко В. Ф., 2011. — 144 с.

2. Волкова С. О. Сучасний стан та проблеми комп'ютерного тестування знань студентів. — Режим доступу: http://svolkova.weebly.com/uploads/1/6/7/1/1671882/icsc06_tezi_kondratenko_volkova_-_mykolayiv.pdf.

3. Сергієнко В. П. Комп’ютерні технології в тестуванні: навч. посіб. / В. П. Сергієнко, М. П. Малежик, Т. В. Сіткар. — Луцьк: СПД Гадяк Ж. В., друкарня «Волиньполіграф»™, 2012. — 290 с.

*The subject matter of the article relates to analyze the advantages of computer-based testing systems in higher education and the results of current research of free software and web applications focused on creating tests.*

*Keywords: testing, computer tests, computer-based testing systems, web applications, web services.*

УДК 536.322.11:15.

**Рогожкіна Р.І.,** студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Оптасюк С.В.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ GeTe

*У статті наголошується про термоелектрику – як пріоритетний науково – технічний напрямок, заснований на дослідженні і практичному використанню термоелектричних ефектів. Застосування цих ефектів дозволяє реалізувати пряме машинне перетворення теплової енергії в електричну, термоелектричне охолодження і нагрів. Цим визначаються багато привабливих властивостей термоелектричного перетворення енергії, яке знайшло різноманітне практичне застосування.*

*Ключові слова: термоелектрика, напівпровідники, перетворювачі енергії.*

Пошук альтернативних джерел енергії – один із пріоритетних напрямків сучасної науки.

Поряд з використанням фотовольтаїчних перетворювачів енергії, увагу дослідників привертають і термоелементи. При чому, цікавим є як прямий термоелектричний ефект (ефект Зеєбека), так і зворотний - ефект Пельтьє.

Довгий час напівпровідникові сполуки групи $A^{IV}B^{VI}$ (A = Ge, Sn, Pb; B = S, Se, Te) привертають підвищену увагу дослідників. Цей інтерес пов'язаний, насамперед, з широким колом використання вказаних матеріалів для виготовлення термоелектричних перетворювачів енергії, фотоприймачів, діодних лазерів, тунельних діодів, тензоопорів та інших пристроїв.

Напівпровідники групи $A^{IV}B^{VI}$ цікаві також з теоретичної точки зору у зв'язку з наявністю ряду особливих фізичних і фізико-хімічних властивостей: відхилення від стехіометрії, аморфного стану, надпровідності, сегнетоелектрики і антисегнетоелектрики, аномальної поведінки ряду кінетичних коефіцієнтів, особливостей зонної структури, зо дозволяє змінювати ширину забороненої зони кристалів в залежності від температури, складу, тиску тощо.

Відносна простота кристалічної структури (кубічна решітка типу NaCl, інколи дещо деформована) робить напівпровідники цієї групи зручним матеріалом для вивчення мікроскопічних механізмів виникнення вказаних властивостей і явищ, встановлення зв'язків між ними.

В цьому відношенні найбільший інтерес для дослідження може представляти телурид германію GeTe – матеріал, в якому всі перераховані вище особливі властивості напівпровідникової групи $A^{IV}B^{VI}$виражені найбільш чітко і повно. Особливий інтерес до даної сполуки викликаний її термоелектричними властивостями та створенням на її основі віток термоелементів.

Інтерес до телуриду германію зумовлений широким його практичним застосуванням в якості елементної бази різних типів термоелектричних перетворювачів.

Проблема домішкових станів в напівпровідниках типу $A^{IV}B^{VI}$, історія її розвитку і сучасний стан доволі своєрідний. За ступенем вивчення зонних спектрів, механізмів розсіювання носіїв заряду, фононних спектрів, халькогеніди$A^{IV}B^{VI}$ (A – Pb, Ge, Sb, B – Te, Se, S) та тверді розчини на їх основі наближаються до класичних напівпровідників (Ge, Si, $A^{II}B^{V}$). Проте, домішковим станам до початку 70-х років присвячувалось мало робіт. Було відомо, що можна змінювати тип провідності і керувати в широких межах концентраціями вільних носіїв заряду (електронами і дірками) за допомогою власних дефектів (відхилення від стехіометрії), домішок елементів I, III, V, VII груп Періодичної таблиці, перехідних металів. Проте, в літературі зустрічалось дуже мало інформації про спостереження рівнів в забороненій зоні. При цьому, така інформація не мала ґрунтовного підтвердження експериментальними даними.

В 70-ті роки проблема домішкових станів опинилась в центрі уваги дослідників $A^{IV}B^{VI}$. Це обумовлено як потребами практики, так і виявленням незвичайної поведінки деяких домішок і дефектів та характеру їх впливу на властивості сполук. Також було проведено ряд ґрунтовних експериментів по дослідженню електрофізичних, оптичних, фотоелектричних, магнітних та інших властивостей халькогенідів$A^{IV}B^{VI}$, легованими домішками III групи. Різноманіття експериментальних даних вдалось пояснити з єдиних позицій в моделі локалізованих станів. Енергія цих станів змінюється в широкому інтервалі температур в залежності від домішки (Al, Ga, In, Tl) і складу матриці, а також від тиску, температури, концентрації домішки. Тому, домішкові рівні можуть розміщуватись як в забороненій зоні, так і на фоні розширеного спектру.

Експериментальні роботи стимулювали теоретичні дослідження. Так, з використанням наближень сильного зв'язку при визначенні електронного спектру вакансій дозволило пояснити зарядові стани і легуючу дію вакансій, а також провести симетрійну класифікацію вакансій. Було висловлено припущення про від'ємну енергію взаємодії електронів, що знаходяться в одному центрі, і зроблені спроби теоретичного обґрунтування гіпотези.

Основним показником якості термоелектричного матеріалу є його добротність, яка визначається з виразу $Z = \left(\alpha^2\sigma / \chi\right)$. Величини, що її визначають, залежать від таких основних параметрів напівпровідникового матеріалу, як: концентрація носіїв заряду (n, p), їх рухливість $\mu_n$, $\mu_p$ та ефективна маса $m_n^*$, $m_p^*$. Розрахунки показують, що максимальне значення величина $\alpha^2\sigma$ має при концентрації носіїв заряду в межах $(4 \ldots 5)\cdot 10^{22}$ $м^{-3}$. Таким чином, одним з шляхів підвищення якості термоелектричних матеріалів є їх глибоке легування (для отримання електронного чи діркового типу провідності) або ж значне відхилення від стехіометрії, чи створення твердих розчинів.

Можна сформулювати ряд основних технологічних умов, без наявності яких термоелектричний матеріал не може бути достатньо ефективно використаним в термоелементах навіть при наявності у нього сприятливих параметрів.

До таких умов можна віднести наступні:

1. Задовільні механічні властивості матеріалу і його здатність витримувати термоциклювання (нагрів і охолодження), яке відповідає реальним умовам роботи термоелектрогенератора.

2. Мала пружність пари речовини-матриці і здатність надійно утримувати в собі легуючі добавки

3. Відсутність в речовині необоротних фізико-хімічних реакцій і перетворень, зокрема, окислення.

4. Достатня радіаційна стійкість вибраних термоелектричних матеріалів.

5. Достатній ступінь змочування рідкими металами для створення теплових та електричних контактів.

6. Мала граткова теплопровідність з такими ознаками:

– велика кількість атомів в окремій елементарній комірці;
– велика середня атомна маса елементів, що входять до основної матриці;
– кристалічна структура з високим координаційним числом на атом;
– кристалічні структури із слабо зв’язаними атомами в комірці, які мають здатність до інтенсивного коливного руху.

Таким чином, можна зазначити, що термоелектричні матеріали повинні задовольняти умовам, які дещо суперечливі – з одного боку,. вони повинні мати достатню електропровідність (близьку до металів) і низьку теплопровідність (як у діелектриків). Це накладає значні обмеження на вибір матеріалу та ряд технологічних процесів.

Реалізація таких умов досягається тим, що термоелектричні матеріали або легують, або створюють значне відхилення від стехіометрії для створення достатньої концентрації носіїв заряду. Іншим шляхом може бути синтез твердих розчинів. Тверді розчини можна створювати як по компоненті А (наприклад, $Pb_{1-x}Ge_xTe$, $Pb_{1-x}Sn_xTe$), так і по компоненті В (наприклад, $PbTe_xS_{1-x}$, $PbTe_xSe_{1-x}$). Так забезпечується достатня електропровідність матеріалів. Проте, є певні обмеження на числове значення величини x твердих розчинів. Зокрема, при $x > 0,4$ на поверхні зразків $Pb_{1-x}Ge_xTe$ спостерігаються фази GeTe, які значно погіршують їх властивості.

Серед напівпровідникових сполук, що використовуються для виготовлення термоелектричних перетворювачів енергії, значно вирізняється своїми властивостями телурид свинцю. На даний час це один з найкращих матеріалів. Для зменшення теплопровідності матеріал подрібнюють до дрібнозернистого стану, а потім з нього пресують зразки. Завдяки тому, що частинки мають малі площі дотику, теплопровідність зразка буде низькою.

**Список використаних джерел**

1. J. P. McHugh, W. A. Tiller, The germanium-tellurium phase diagram in the vicinity of the compound GeTe, - Trans. Met. Soc. AIME. 1960, vol. 218 N 1, p. 187 – 188.

2. Анатичук Л.І. Термоелементи і термоелектричні прилади: Довідник / Анатичук Л.І. – К.: Наукова думка, 1979. — 768 с.

3. Коржуев М. А. Теллурид германия и его физические свойства. М.: Наука, 1986.

4. Криськов Ц.А., Люба Т.С., Оптасюк С.В., Рачковський О.М., Циканюк Б.І. Вплив хімічного складу на термоелектричні параметри телуриду германію / Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «Еврика-2014», 15-17 травня 2014 року, Львів, Україна : тези доповідей. - Львів, 2014. - С. 109.

*The article points out the thermoelectricity priority scientific and technical direction, based on the study and practical use of thermoelectric effects. The use of these effects allows for direct machine conversion of thermal energy into electrical energy, the thermoelectric cooling and heating. This determines many attractive properties for thermoelectric energy conversion, which has found a variety of practical applications.*

*Keywords: thermoelectricity, semiconductors, power converters.*

УДК 378.016:53 (075.3)

**Рубаняк Л.А.,** студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

*У статті розглянута проблема формування готовності майбутнього фахівця до вирішення задач з фізики. Встановлено методи розв’язування фізичних задач, наведено аспекти авторського підходу щодо вирішення проблеми моделювання процесу розв’язування фізичних задач.*

*Ключові слова: готовність, моделювання, професійна діяльність, фізична задача.*

Підвищення якості освіти є актуальним завданням в сучасних умовах реформування освітньої галузі. Серед шести ключових принципів модернізації вищої освіти у контексті Болонських угод виокремлюється якість освіти, причому зауважується, що оцінка якості буде ґрунтуватися не на тривалості або змісті навчання, а на тих знаннях, уміннях, і навичках, що отримали випускник [4]. Розглядаючи проблеми та перспективи розвитку вищої освіти в Україні на рубежі століть В.П. Андрущенко відмічає, що авторитет вузу як серед громадян, так і перед світом визначається якістю фахової й загальнокультурної підготовки його випускників [1].

Мета нашої статті полягає у дослідженні методичних основ формування готовності майбутнього вчителя фізики до розв’язування задач.

Готовність до здійснення професійної діяльності – це інтегрований показник, що з одного боку відображає якість освіти (змісту, процесу, результату підготовки); а з іншого – це здатність фахівця успішно здійснювати професійну діяльність. Тому можна вважати, що показником якості підготовки майбутнього вчителя фізики є його готовність до вирішення фізичних задач.

Виділимо найбільш поширені підходи стосовно методів розв’язування фізичних задач. Ряд науковців виділяють групи методів розв’язування фізичних задач з опорою на розділи фізики. Для прикладу, у посібнику [5] досліджено методи розв’язування фізичних задач, які відносяться до розділу "Теплові явища" та розглянуто процеси теплообміну, стан теплової рівноваги, взаємне перетворення механічної і внутрішньої енергії, теплове розширення тіл. У наведених прикладах виділені такі етапи розв'язку, як "Аналіз фізичної ситуації" та "Розв’язування задачі". Також особливістю описаного підходу є використання методологічного прийом аналізу через синтез, що виявляється в виділенні основних етапів процедури розв’язку фізичної задачі і на цій підставі проведення узагальнення.

Як один із важливих методів у розв’язуванні фізичних задач виділяють графічний метод на тій підставі, що формування предметної компетентності передбачає здатність учнів читати, розуміти, опрацьовувати, інтерпретувати та будувати графіки [3].

Розв’язування експериментальних фізичних задач виділяють як один із головних методів, що забезпечує єдність засвоєння теоретичних знань з їх практичним застосуванням. Доцільність використання експериментальних задач з опорою на просте обладнання вказується і у навчальній програмі з фізики [2]. Досвід авторів дає можливість стверджувати, що використання експериментальних задач дає можливість залучати до активної роботи кожного учня шляхом використання задач рівневого характеру, з чим ми повністю погоджуємось [6].

В якості загальнонаукового методу розв’язування фізичних задач виділяють метод моделювання (С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак). Позиція авторів полягає в тому, що фізичне моделювання відбувається на етапі аналізу змісту задачі та усвідомлення тих фізичних законів, про які йдеться в умові задачі. Математичне моделювання починається в ході формування рівнянь, які описують фізичну модель задачі; водночас досвід показує, що побудова фізичної та математичної моделі задачі – це нерозривно пов’язані між собою процеси. Виділяють наступні етапи побудови моделі фізичної задачі:

1. Фізичне моделювання: аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого; конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм; скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

2. Математичне моделювання: запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі; враховування умови фізичної задачі, пошук додаткових параметрів; приведення загальних рівнянь до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі; запис співвідношення між невідомим і відомими величинами у формі часткового рівняння.

3. Розв'язання та аналіз: розв'язання рівняння відносно невідомого; аналіз одержаного результату щодо його вірогідності і реальності; пошук інших шляхів розв'язання [3].

В залежності від характеру і методу дослідження явищ текстові задачі з фізики можна розділити на якісні та кількісні (обчислювальні). Якісними називаються такі, при розв‘язуванні яких враховуються лише якісні залежності між фізичними величинами. Для їх розв‘язування не, як правило, не потрібні обчислення. Розв‘язування якісних задач полягає у використанні фізичних законів до аналізу явищ, про які йде мова в задачі, тобто об‘єктом вивчення є фізична суть явищ на рівні їх пояснення. У зв‘язку з цим якісні задачі більше використовують на початковому етапі засвоєння навчального матеріалу [8].

Якісні задачі з фізики підвищують інтерес до предмету, розвивають логічне мислення учнів, формують вміння використовувати знання для пояснення явищ природи та інше. Їх можна використовувати в процесі пояснення нового матеріалу, при його закріпленні та перевірці знань учнів. Якісні задачі включають у самостійні та контрольні роботи з фізики, а також у домашні завдання.

Задачі, при розв‘язувані яких встановлюються кількісні залежності між фізичними величинами, називають кількісними(обчислювальними або розрахунковими). Для отримання відповіді на питання задачі (у вигляді формули або числа) потрібно виконати відповідні математичні операції. Початковим етапом розв‘язування обов‘язковим є якісний аналіз, який потім доповнюється кількісним аналізом із знаходженням відповідних числових характеристик процесів. Проте в процесі навчання трапляються випадки, коли кількісні задачі розв‘язуються без достатнього якісного аналізу шляхом підставляння даних у формулу, яка підбирається за чисто формальними ознаками (бо вона вивчалася на цьому чи попередньому уроці). При цьому математичні операції можуть виступати на передній план, нівелюючи фізичну суть задачі [8]. Розв‘язування кількісних задач сприяє глибокому засвоєнню фізичних понять, законів і теорій, формує дієві знання, уявлення про природу і т.д.

Загалом Атаманчук П.С. [7] структуру розв'язування фізичних задач подає наступним чином:

1. З'ясування умови фізичної задачі.
2. Здійснення аналізу та складання послідовності розв'язування.
3. Розв'язування задачі за встановленою послідовністю.
4. Перевірка відповіді задачі.

В ході виділених етапів доцільно виконувати відповідні операції: проведемо їх аналіз, наведемо орієнтовні коментарі та запитання, з використанням яких майбутній фахівець має змоделювати процес розв'язування фізичних задач [3].

- Встановимо та запишемо всі дані, наведені в умові;
- Сформулюйте, що необхідно знайти?.
- Отже, про що йдеться в нашій задачі;
- Зараз сформулюємо умову своїми словами….
- Давайте опишемо, яке явище (який процес) описані в цій задачі;
- Як Ви вважаєте, чи потрібен рисунок?;
- Що має бути зображене на рисунку?
- Відтворимо на дошці рисунок (за потреби).
- Хто скаже, як пов'язані між собою виділені нами фізичні поняття (а саме …..);
- Давайте наведемо, як пов'язані між собою фізичні величини, наведені в умов;
- Запишемо необхідні співвідношення.
- Отже, виділимо спосіб, з допомогою якого будемо розв'язувати задачу;
- Як вважає (ім'я учня), достатньо даних для вирішення задачі?
- (Ім'я учня), в наведених формулах всі дані відомі?.
- Як Ви вважаєте, ми отримали вірну вихідну формулу?;
- Наведемо кінцеву формулу;
- Давайте підставимо значення величин та проведемо обчислювання;
- (Ім'я учня), сформулюй, яке ми отримали числове значення;
- (Ім'я учня), сформулюй відповідь до нашої задачі [3].

Подальші перспективи наших досліджень полягають в розробці методичних матеріалів з проблеми формування готовності майбутнього вчителя фізики до розв'язування задач з усіх розділів. На останок, висловлюємо подяку авторам, чиї наукові розробки ми використовували у своєму дослідженні.

**Список використаних джерел**

1. Андрущенко В.П. Роздуми про освіту: Статті, нариси, інтерв'ю / Віктор Петрович Андрущенко. – К.: Знання України, 2005. – 804с

2. Величко С. П. Особливості розв'язування задач професійного спрямування при навчанні фізики пілотів за допомогою програмних засобів навчання / Величко С. П., Задорожна О. В. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 108-111.

3. Ніколаєв О.М. Дидактичні основи формування предметних компетентностей майбутнього вчителя фізики: монографія / О.М. Ніколаєв. – Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута», 2015. – 352 с.

4. Основні засади розвитку вищої освіти України в контексті Болонського процесу (документи і матеріали 2003-2004 рр.) / За ред. В.Г.Кременя. Авт. колектив: М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, В.Д.Шинкарук, В.В.Грубінко, І.І.Бабин. – Тернопіль: вид-во ТДПУ імені В.Гнатюка, 2004. – 147с

5. Савченко В. Ф. Структурно-логічний аналіз лекції з методики навчання фізики як один з етапів процесу підвищення її дидактичної якості / В. Ф. Савченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. – Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 19-21.

6. Савчин М. В. Вікова психологія : навч. посіб. / М. В. Савчин, Л. П . Василенко. - 2-ге вид., доповн. - К. : Академ-видав, 2011. - 384 с.

7. Самойленко П.И. Концепция дальнодействия в курсе физики / Е. Л. Антипин, В. Ф. Дмитриева, П. И. Самойленко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. : Педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 197-198.

8. Текстові задачі з фізики: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://studopedia.su/8_63051_lektsiya--tekstovi-zadachi-z-fiziki.html

*In the article the problem of formation of the readiness of the future expert to solve problems in physics. Established methods of solving physical problems, are* *aspects of the author's approach to solving the problem of modeling the process of solving physical problems.*

*Keywords: readiness, modelling, professional activity, physical challenge.*

УДК 004.94

**Сафіяник А.Р.**, студентка 4 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Іванюк В.А.**, кандидат технічних наук, доцент

## РОЗРОБКА ДОВІДКОВОЇ СИСТЕМИ БІБЛІОТЕК ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ СЕРЕДОВИЩА MATLAB

*Стаття присвячена створенню довідкової бібліотеки програмних засобів, призначених для розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма та Вольтери II роду в середовищі Matlab.*

*Ключові слова: інтегральні рівняння, інтегральні рівняння Вольтерри II роду, інтегральні рівняння Фредгольма II роду, довідка, Matlab.*

В наш час великого розвитку здобула комп'ютерна математика, яка пропонує багато різних програмних засобів для автмоатизації математичних обрахунків. Однією із найефективніших систем комп'ютерного програмного забезпечення є пакет універсальних інтегрованих програм Matlab [1]. Можливість модифікування системи призвела до створення додаткових пакетів програм, направлених на розв'язок специфічних задач науки та техніки [2]. Особлива увага надається саме інтегральним рівнянням. Зважаючи на все це, очевидно, що важливим моментом є не лише створення власних користувацьких функцій, але й розробка для них документації, що підвищить ефективність роботи з даними функціями.

**Мета.** Побудова користувацької довідки для розроблених функцій розв'язку інтегральних рівнянь Вольтерри та Фредгольма II роду.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо процес розробки довідкової системи для програмних засобів в середовищі MatLab на прикладі двох наборів інструментів integfreddip та integvoltdip для розв'язування відповідно рівнянь Фредгольма II роду та рівнянь Вольтерри II роду, що об'єднані в одну бібліотеку – IntegRiv. Для того, щоб набір інструментів адекватно відобразився у довідці Matlab необхідно створити такі файли: info.xml, helptoc.xml та html-сторінки з довідковою інформацією для наборів інструментів.

Перш за все створюються html-файли довідки, які розміщуються за таким шляхом: IntegRiv\html\.

Файл info.xml визначає ім’я для набору документації, а також розміщення html-файлів довідки та файла helptoc.xml. Тут власне зазначається версія продукту Matlab, ім’я набору інструментів, вказується, що саме набір інструментів, а не щось інше, а також відмічається, де знаходяться файли довідки (в нашому випадку папка html\).

Файл helptoc.xml визначає ієрархію записів в панелі вмісту браузера Matlab. Кожен елемент <tocitem> у файлі helptoc.xml посилається на один з html-файлів довідки.

В кожному tocitem вказано розміщення конкретної html-сторінки, іконка, яка відображається у змісті біля відповідного пункту, та сам текст, що відображається у змісті для цього конкретного пункту.

На даному етапі ієрархія створених файлів є ще неповною (рис. 1). Далі встановимо шлях до папки, в якій знаходиться набір інструментів IntegRiv, як видимий для Matlab: вкладка Home – Set Path – Add with Subfolders – вибір папки – Save – Close.

Тепер потрібно створити базу даних для пошуку створених html-файлів довідки за допомогою функції builddocsearchdb, яка запускається в

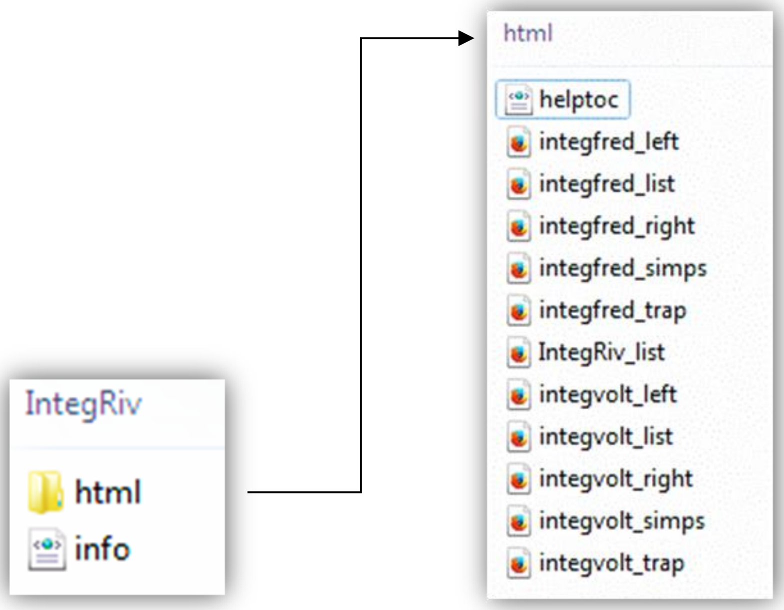



Рис. 1. Неповна ієрархія довідкових файлів

середовищі Matlab і в даному випадку має такий вигляд:

*builddocsearchdb ('C:\Users\User1\Documents\MATLAB\ToolBoxes\IntegRiv\html')*

Дана функція додає пошуковий індекс з html-файлів у вказаній папці до загального браузера довідки. Якщо все зроблено правильно, то у папці html повинна створитися нова папка helpsearch-v2 за такими файлами: _0, _0.cfs, _0.si, segments.gen та segments_1 (рис. 2).

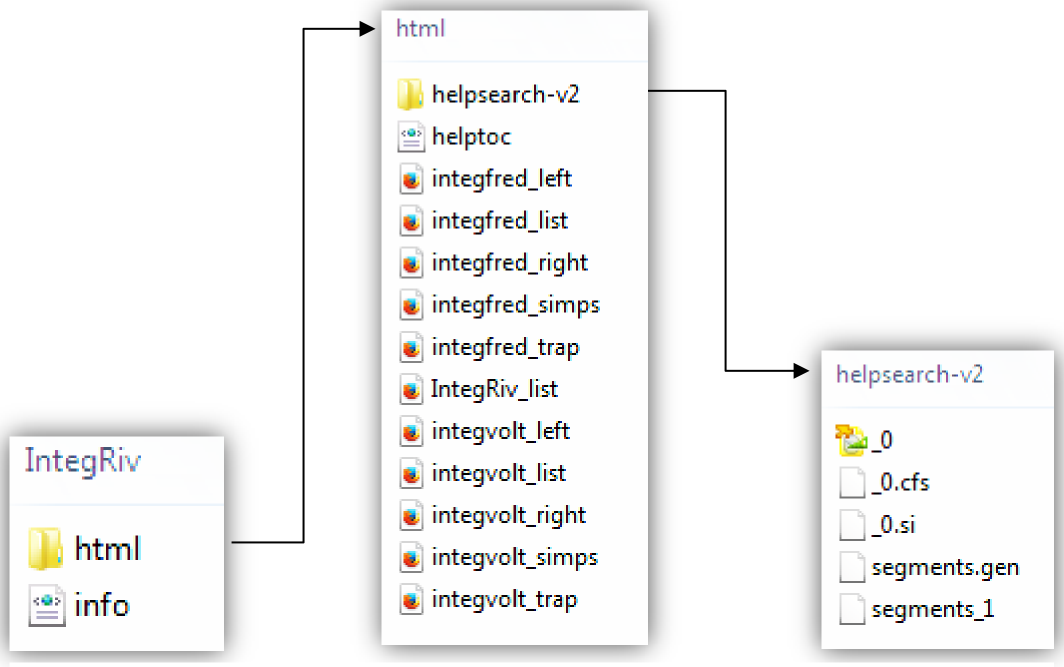



Рис. 2. Повна ієрархія довідкових файлів

Перегляд створеної документації здійснюється таким чином:

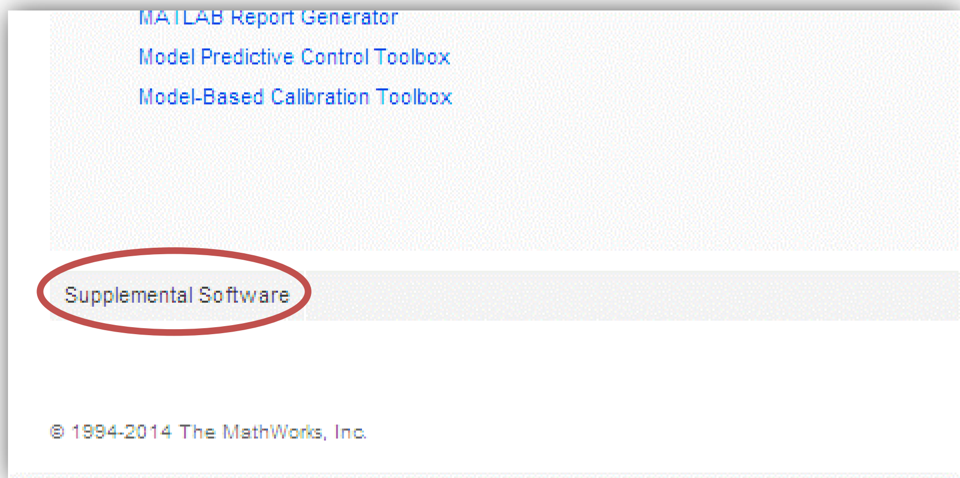



Рис. 3. Відкриття готової користувацької довідки на головній сторінці

1. Вводимо команду doc.
2. У браузері довідки на головній сторінці в лівому нижньому кутку натискаємо на посилання Supplemental Software (рис. 3).

Для нормального відображення довідки використовувались вже готові стилі довідок Matlab, які були прописані у користувацьких

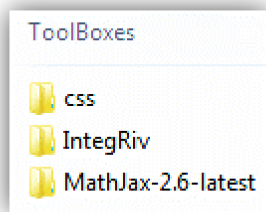



Рис. 4. Місцезнаходження стилів довідок та бібліотеки підтримки LaTeX

файлах довідки, а також використано бібліотеку MathJax-2.6-latest, за допомогою якої у браузері відображаються усі математичні формули, записані мовою розмітки LaTeX (рис 4, рис. 5).

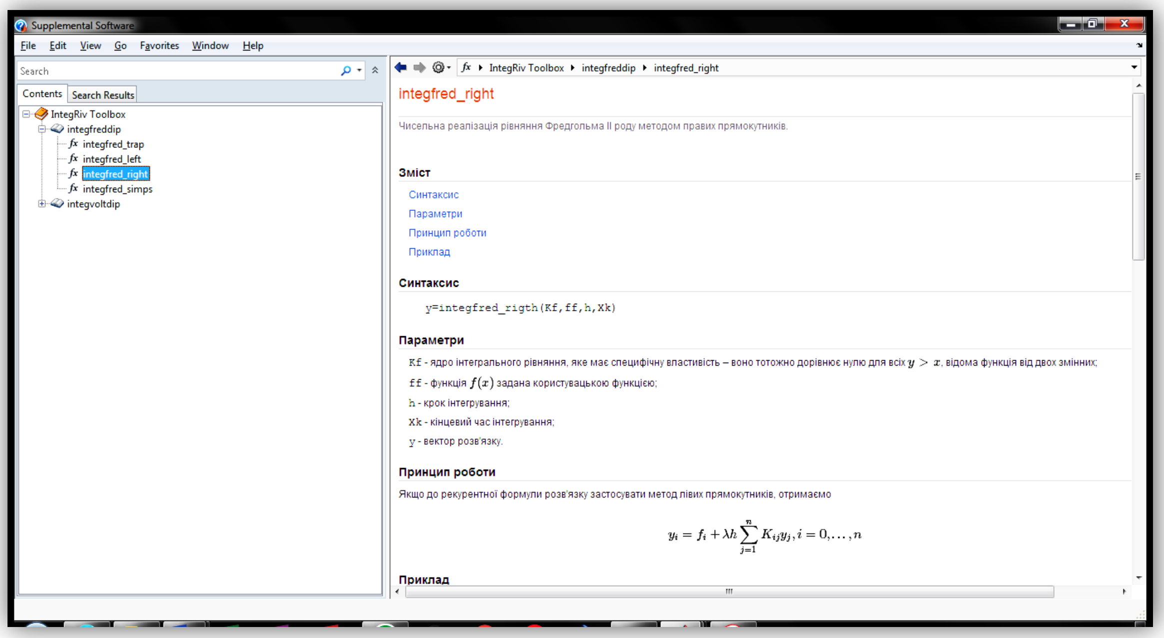



Рис. 5. Приклад готової користувацької довідки.

**Висновки.** Пройшовши весь процес створення користувацької довідки для новорозроблених функцій, можна впевнитися, що кожен розробник може створити власну розробку із якісною документації для неї.

Розроблена довідкова система доповнює програмний засіб IntegRiv чи дозволяє швидко виявити можливості даних модулів.

## Список використаних джерел

1. Adding Your Own Help Files in the Help Browser [Electronic resource] // MATLAB Webserver. –Mode of access: http://matlab.izmiran.ru/help/techdoc/matlab_env/guiref16.html. – Title from the screen.

2. Paluszek M. MATLAB Recipes: A Problem-Solution Approach / M. Paluszek, Thomas S. – New Jersey: Princeton, 2015. – 297 c.

3. Федорчук В. А. Інтегральні рівняння в задачах математичного моделювання : навчальний посібник / В. А. Федорчук, В. А. Іванюк, Д. А. Верлань. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – 144 с.

4. Чен К. Matlab в математических исследованиях / К. Чен, П. Джиблин, А. Ирвинг Дёч; пер. с англ. В.Е. Кондрашова и С.Б. Королева. – М.: Мир, 2001. – 346 с.

*Article reference library dedicated to creating software designed for solving integral equations Fredholm II kind and Voltaire among Matlab.*

*Keywords: integral equations, integral equations Volterra second kind Fredholm integral equation of the second kind, certificate, Matlab.*

УДК 37.016:53
**Сікора Г.В.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Атаманчук П.С.**, доктор педагогічних наук, професор

## ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ І ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

*У статті розглянуто теоретичні питання контролю і оцінювання з фізики, а також вимоги та завдання, які допоможуть майбутньому фахівцю відчути впевненість у своїй компетенції.*

*Ключові слова: контроль, оцінювання, рівень володіння, рівень розвитку, навчальний процес.*

Важливою складовою навчального процесу є контроль та педагогічне оцінювання. Виходячи з цього учитель, в процесі навчання здійснює функцію керування пізнавальною діяльністю учнів. Об'єктивне оцінювання навчальних досягнень учнів в усі часи було важливою складовою в системі освіти. На початку XIX ст., питанню оцінювання навчальних досягнень учнів відводилась значна увага з боку держави.

Контроль, або перевірка результатів навчання, є обов'язковим компонентом процесу навчання. Він доцільний на всіх етапах процесу навчання, але особливого значення набуває після вивчення якого-небудь розділу програми й завершення ступеня навчання. Суть перевірки результатів навчання полягає у виявленні рівня засвоєння знань учнями, який повинен відповідати освітньому стандарту з даної програми.

Приступаючи до роботи вчителя, молодий спеціаліст повинен мати не тільки ґрунтовні теоретичні знання з контролю й оцінювання, але головне – досвід реалізації контрольно-оцінювальної функції у практиці навчання. З огляду на це, сучасна вузівська підготовка майбутнього вчителя має бути сконцентрована не лише на теоретичній складовій, а передусім, давати можливість студентам набути досвід практичної (методичної) діяльності.

Проблема контролю й оцінювання навчальних досягнень учнів з фізики досліджувалась П.С. Атаманчуком (управління навчанням фізики при здійсненні різних видів контролю), В.П. Блиновою (психологічні особливості педагогічної оцінки), В. П. Вовкотрубом (ергономічний підхід до оцінювання навчальних досягнень учнів), Т.С.Колечинцевою (диференційований підхід до контролю й оцінювання), В.Д. Шарко (теоретичні основи методичної підготовки вчителів до впровадження рівневої системи оцінювання) та іншими науковцями.

Особливістю фізики як навчального предмета є його спрямованість на використання знань, умінь і навичок у житті. Навчання фізики у кінцевому результаті має не тільки дати суму знань, а й сформувати достатній рівень компетенції. Тому складовими навчальних досягнень учнів з курсу фізики є не лише володіння навчальним матеріалом та здатність його відтворювати, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних і нестандартних ситуаціях у межах вимог навчальної програми до результатів навчання.

Відтак оцінюванню підлягає:

– рівень володіння теоретичними знаннями, що їх можна виявити під час усного чи письмового опитування, тестування;

– рівень умінь використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач різного типу (розрахункових, експериментальних, якісних);

– рівень володіння практичними уміннями та навичками, що їх можна виявити під час виконання лабораторних робіт і фізичного практикуму;

– зміст і якість творчих робіт учнів (рефератів, творчих експериментальних робіт, виготовлення приладів, комп'ютерне моделювання фізичних процесів тощо).

Основними видами оцінювання є: поточне, тематичне, підсумкове за семестр, підсумкове річне оцінювання та державна підсумкова атестація. Поточне оцінювання носить заохочувальний, стимулюючий та діагностико-корегуючий характер, його необхідність визначається вчителем.

Під час виставлення оцінки за тему необхідно враховувати всі вищезазначені складові оцінювання рівня навчальних досягнень. Можна запропонувати такі способи виставлення тематичної оцінки:

– за результатами двох видів робіт — виконання контрольної роботи, яка включає теоретичні питання і задачі, та практичної складової теми, що враховує поточні оцінки за лабораторні та експериментальні роботи або їх підсумкову оцінку;

– залік, проведений у письмовій, усній чи комбінованій формах, завдання до якого включають питання з теорії, задачі й експериментальні завдання;

– узагальнення поточних оцінок за всі види робіт (за згодою учня).

Об'єктами оцінювання є знання та вміння учнів, а також рівень розвитку їхнього фізичного мислення. Під час оцінювання враховуються знання учнів про:

– фізичні явища і процеси: ознаки явища чи процесу, за якими вони відбуваються, зв'язок явища чи процесу з іншими, їх пояснення на основі наукової теорії, приклади використання;

– фізичні досліди та спостереження: мета досліду чи спостереження, схема, умови, за наявності яких здійснюється дослід чи спостереження, перебіг і результати досліду чи спостереження;

– фізичні величини: властивості, що характеризуються цим поняттям (величиною), зв'язок з іншими величинами (формула), означення величини, одиниці фізичної величини, способи її вимірювання;

– закони: формулювання та математичний вираз закону; досліди, що підтверджують його справедливість, приклади врахування і застосування його на практиці, межі застосування, умови застосування (для учнів старшої школи);

– фізичні теорії: дослідне обґрунтування теорії, основні положення, закони і принципи цієї теорії, основні наслідки; практичні застосування, межі застосування цієї теорії (для учнів старшої школи);

– прилади чи пристрої, механізми і машини, технології: призначення, принцип дії та схема будови; застосування і правила користування, переваги та недоліки.

Зміст контролю повинен співвідноситись зі змістом навчання в конкретному типі (профілі) навчального закладу. Засоби контролю мають відповідати загальній спрямованості навчально-виховного процесу в умовах здійснення профільної диференціації.

При цьому враховуються:

– обсяг відтвореної інформації та її співвідношення з обсягом одержаної учнем інформації (її повнота);
– обсяг інформації, здобутої учнем, та її доцільність;
– рівень самостійності в оволодінні теоретичними знаннями;
– частота використання допомоги вчителя;
– кількість помилок і недоліків у відповіді.

Недоліки свідчать про недостатньо міцне засвоєння основних знань та вмінь, які відповідно до програми не вважаються основними. Недоліком вважається помилка, допущена в одних випадках і не допущена в інших, таких самих випадках.

Закреслення та виправлення у письмових роботах свідчать про пошук правильного рішення і не вважаються недоліком.

Навчальні досягнення учнів характеризуються за такими рівнями:

I. Початковий рівень

II. Середній рівень

III. Достатній рівень

IV. Високий рівень

Також, останнім часом набувають ваги нетрадиційні способи контролю:

1. Тести - підбір питань і коротких задач, об'єднаних спільною темою або метою;
2. Програмований контроль - машинний і безмашинний.

При програмованому контролі питання ставляться в певному порядку. Учень повинен вибрати відповідь, яку він вважає правильною, і ввести код питання і відповіді в контролюючий пристрій: машину або перфокарту.

Великі можливості в справі програмованого контролю відкриваються при застосуванні комп'ютерної техніки.

Отже, учитель зобов'язаний створювати таку психологічну обстановку опитування, при якій учень, що відповідає, буде почувати себе абсолютно спокійно. Тільки в обстановці доброзичливості, поваги, довір'я, співпереживання учень охоче і легко приймає навчально-пізнавальну задачу. Учитель повинен уміти співпрацювати і радитися з товаришами. Співробітництво педагога і учня – це об'єднання їхніх інтересів і зусиль у вирішенні навчально-пізнавальних задач. Важливо систематично доводити школярам, що вони здібні. Впевненість педагога в можливостях учнів сприяє тому, що діти зосереджують всі свої зусилля на досягненні успіху. Учитель повинен учити учнів способам самоконтролю, самооцінки, саморегуляції навчально-пізнавальної діяльності.

**Список використаних джерел**


1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» ( загальні питання ): навчальний посібник. – 2-е вид., випр.. і доп. / П. С. Атаманчук, О.М. Семерня. Т.П. Поведа. – Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 384 с.
2. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. - № 4. – С. 2-8
3. Контроль знаний учащихся по физике /В.Г.Разумовский, Р. Ф. Кривошапова, Н. А. Родина и др.; Под ред. В. Г. Разумовского, Р. Ф. Кривошаповой. – М. : Просвещение, 1982. – 208 с. – (Б-ка учителя физики).
4. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи: Навч. посіб. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 472 с.

*The article discusses theoretical issues of control and evaluation of physics and demands and challenges that the future will help the specialist to feel confidence in their competence.*

*Keywords: monitoring, evaluation, proficiency, level of development, the educational process.*

УДК 517.5

**Соловйова Ю. А.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Гудима У.В.,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

## НАЙКРАЩЕ ЗВАЖЕНЕ РІВНОМІРНЕ НАБЛИЖЕННЯ АБСТРАКТНОЇ ФУНКЦІЇ МНОЖИНОЮ ІНШИХ АБСТРАКТНИХ ФУНКЦІЙ З ДОДАТКОВИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ СИСТЕМОЮ ЗАМКНУТИХ КУЛЬ

*Встановлено деякі теореми існування та умови єдиності екстремального елемента для задачі найкращого зваженого рівномірного наближення абстрактної функції множиною інших абстрактних функцій з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих куль.*

*Ключові слова: найкраще зважене рівномірне наближення, вагова функція, теореми існування та єдиності, абстрактна функція.*

**Постановка задачі.** Нехай $S$ - компакт, $s$ - його елементи, $X$ - лінійний над полем дійсних чисел нормований простір, $C(S,X)$ - лінійний над полем дійсних чисел нормований простір однозначних відображень $g$ компакту $S$ в $X$, неперервних на $S$, з нормою $\|g\| = \max\limits_{s\in S}\|g(s)\|$. $C(S)$ - лінійний над полем дійсних чисел нормований простір неперервних на $S$ дійснозначних функцій $\gamma$ з нормою $\|\gamma\| = \max\limits_{s\in S}|\gamma(s)|$, $a \in C(S,X)$, $u \in C(S,X)$, $r \in C(S)$, $r(s) > 0$, $s \in S$, $D = \{g : g \in C(S,X), \|g(s) - u(s)\| \le r(s), s \in S\}$ $w \in C(S)$, $w(s) > 0$, $s \in S$ ($w$ - вагова функція).

Задачею найкращої зваженої рівномірної апроксимації абстрактної функції $a \in C(S,X)$ множиною $V \subset C(S,X)$ з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих куль $b(s) = \{x : x \in X, \|x - u(s)\| \le r(s)\}, s \in S$ будемо називати задачу відшукання величини

$$\alpha^{\omega}_{V\cap D}(a) = \inf_{g\in V\cap D} \sup_{s\in S} \omega(s)\|g(s) - a(s)\|, \qquad \textbf{(1)}$$

яку надалі будемо називати найкращим зваженим рівномірним наближенням абстрактної функції $a \in C(S,X)$ множиною $V \subset C(S,X)$ з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих куль.

***Твердження 1.*** *Для фіксованого* $g \in C(S,X)$ *функція,* $F^{g}_{a,\omega}(s)=\omega(s)\|g(s)-a(s)\|,\ s\in S$, *є неперервна по* $s$ *на* $S$ .

З урахуванням твердження 1 та узагальненої теореми Вейєрштрасса (див., наприклад, [1, с. 28]) задачу відшукання величини (1) можна подати у такому вигляді

$$\alpha^{\omega}_{V\cap D}(a)=\inf_{g\in V\cap D}\max_{s\in S}\omega(s)\|g(s)-a(s)\| \tag{2}$$

***Означення 1.*** *Якщо існує елемент* $g^{*}\in V\cap D$ *такий, що*

$$\alpha^{\omega}_{V\cap D}(a)=\max_{s\in S}\omega(s)\|g^{*}(s)-a(s)\|,$$

*то його будемо називати екстремальним елементом для величини (2).*

**Основна частина.** Розглянемо деякі загальні теореми існування та єдиності екстремального елемента для величини (2).

***Твердження 2.*** *Множина* $D=\{g: g\in C(S,X),\|g(s)-u(s)\|\le r(s), s\in S\}$ *є опуклою множиною простору* $C(\mathrm{S},\mathrm{X})$.

***Твердження 3.*** *Функція* $F^{w}_{a}(g)=\max_{s\in S}(w(s)\|g(s)-a(s)\|)$, $g\in C(S,X)$, *є неперервною по* $g$ *на* $C(S,X)$.

***Означення 2.*** (див., наприклад, [2, с. 21]). *Множина нормованого простору називається локально компактною, якщо будь-яка обмежена послідовність елементів цієї множини містить збіжну підпослідовність.*

**Теорема 1.** *Якщо* $V$ *- замкнена локально компактна множина простору* $C(S,X)$, *то екстремальний елемент для величини (2) існує.*

**Доведення.** Нехай $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ - екстремальна послідовність для величини (2), тобто $g_m\in V\cap D,\ m=\overline{1,\infty}$, і

$$\lim_{m\to\infty}F^{w}_{a}(g_m)=\lim_{m\to\infty}\max_{s\in S}(w(s)\|g_m(s)-a(s)\|)=\alpha^{w}_{V\cap D}(a). \tag{3}$$

Для всіх $m=\overline{1,\infty}$ та $s\in S$ маємо

$$\|g_m(s)\|=\frac{1}{w(s)}w(s)\|g_m(s)\|\le\frac{1}{\min_{s\in S}w(s)}(w(s)\|g_m(s)\|)=L_1(w(s)\|g_m(s)\|)=$$

$$=\mathrm{L}_1\big(w(s)\|g_m(s)-a(s)+a(s)\|\big)\le L_1(w(s)\|g_m(s)-a(s)\|+w(s)\|a(s)\|)\le$$

$$\le L_1(\max_{s\in S}(w(s)\|g_m(s)-a(s)\|)+\max_{s\in S}(w(s)\|a(s)\|))\le L_1(F^{w}_{a}(g_m)+\|w\|\|a(s)\|),$$

де $L_1=\dfrac{1}{\min_{s\in S}w(s)}$.

Тому $\|g_m\|\le L_1(F^{w}_{a}(g_m)+\|w\|\|a(s)\|)$, $m=\overline{1,\infty}$.

Звідси на підставі (3) робимо висновок, що $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ є обмеженою послідовністю елементів множини $V \cap D$. Оскільки є замкнена локально компактна множина, тоді з $\{g_m\}_{m=1}^{\infty}$ можна вибрати збіжну до $g^* \in V \cap D$ підпослідовність $\left\{g_{m_k}\right\}_{k=1}^{\infty}$. Беручи до уваги неперервність функції $F_a^w(g)$, отримуємо $\lim\limits_{k\to\infty} F_a^w\left(g_{m_k}\right) = F_a^w\left(g^*\right) = \max\limits_{s\in S}(w(s)\left\|g^*(s) - a(s)\right\|) = \alpha_{V\cap D}^w(a)$.

Це означає, що $g^*$ є екстремальним елементом для величини (2).

Теорему доведено.

З теореми 1 можна отримати такі наслідки:

**Наслідок 1.** *Будь-яка компактна множина $V$ простору $C(S,X)$ є множиною існування екстремального елемента для величини (2).*

**Наслідок 2.** *Будь-який скінченновимірний підпростір $V$ простору $C(S,X)$ є множиною існування екстремального елемента для величини (2).*

***Твердження 3***. *Для будь-якого $a \in C(S,\mathrm{X})$ функція $F_a^w(g)$ є опуклою по $g$ на $C(S,X)$.*

*Якщо $V$ опукла множина простору $C(S,X)$, то множина $V_a^w$ екстремальних елементів для величини (2) є опуклою множиною.*

***Означення 3.*** (див., наприклад, [2, с. 22 - 23]). *Кажуть, що простір $X$ є строго нормованим, якщо рівність $\|x+y\| = \|x\| + \|y\|$ для $x, y \in X$, $x \neq 0$, $y \neq 0$, можлива лише тоді коли $x = cy$ $(c > 0)$.*

Розглянемо випадок, коли компакт $S$ не є одноелементною множиною.

Для $a \in C(S,\mathrm{X})$ та $g \in C(S,X)$ позначимо через $S_{a,g}^w$ множину точок максимального відхилення для різниці $g - a$, тобто

$$S_{a,g}^w = \left\{s : s \in S, w(s)\left\|g(s) - a(s)\right\| = \max_{s\in S}(w(s)\left\|g(s) - a(s)\right\|)\right\}.$$

Мають місце наступні твердження.

***Твердження 4***. *Для будь-яких $a \in C(S,\mathrm{X})$ та $g \in C(S,X)$ $S_{a,g}^w$ є замкненою і, отже, компактною підмножиною компакта $S$.*

**Теорема 2.** *Нехай $X$ є строго нормованим простором, $V$ – опукла множина простору $C(S,X)$, множина $V_a^w$ екстремальних елементів для величини (2) не є порожньою.*

*Тоді для будь-яких $g_1, g_2 \in V_a^w$ справджується рівність $g_1(s) = g_2(s)$ для будь-якого $s \in S_{a,\bar{g}}^w$, де $\bar{g} = \dfrac{g_1 + g_2}{2}$.*

З цієї теореми випливає, що коли $X$ є строго нормованим простором, компакт $S$, множина $V \subset C(S,X)$ та $a \in C(S,\mathrm{X})$ такі, що для кожного $g \in V_a^w$ множина $S_{a,g}^w$ є достатньою для того, щоб з рівності $g_1(s) = g_2(s)$, $s \in S_{a,g}^w$, $g_1, g_2 \in V_a^w$, можна було зробити висновок, що $g_1(s) = g_2(s)$ для всіх $s \in S$, то $V$ є множиною єдиності.

**Висновки**. Встановлено деякі теореми існування та умови єдиності екстремального елемента для задачі найкращого зваженого рівномірного наближення абстрактної функції множиною інших абстрактних функцій з додатковим обмеженням, що задається системою замкнутих куль.

**Список використаних джерел**

1. Канторович Л. В. Функциональный анализ/ Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – М.: Наука, 1977. –742 с.

2. Корнейчук Н.П. Экстремальные задачи теории приближения/ Н.П. Корнейчук.-М.:Наука,1976.-320 с.

*Established some theorems of existence and uniqueness conditions of extremal element for the problem of best weighted uniform approximation of abstract functions by set other abstract functions with an additional constraint that is determined by a system of closed balls.*

*Keywords: weighted uniform approximation, the weight function, theorem of existence and uniqueness, abstract function.*

УДК 372.853.53

**Сочинський Р.І.**, студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Кух А.М.**, кандидат педагогічних наук, професор

## КОНКРЕТИЗАЦІЯ ЦІЛЕЙ УРОКУ ФІЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ

*Анотація. Розглянуто вимоги до технологічних карт уроків фізики у постановці цілей навчального заняття*

*Ключові слова: проектування, технологічна карта, урок, інтерактивність*

Впровадження в практику роботи школи технологій інтенсивного навчання вимагає адекватних методів і форм організації діяльності вчителів і учнів. Одним із сучасних підходів до оптимізації навчальної діяльності, спрямованої на самоосвіту і саморозвиток кожного учня є використання технологічних карт уроку.

**Постановка проблеми:** розкрити зміст і етапи побудови технологічної карти уроку фізики.

**Ступінь дослідження проблеми.** Проблема розробки технологічних карти не нова в науково-педагогічні літературі. Різні педагоги практики - Садкіна В. І., Армстронг Томас, Зайцева І.І., пропонують розглядати технологічну карту як інструмент керування діяльністю школярів з фізики полягає в забезпеченні засвоєння єдиного програмного матеріалу кожним учнем на рівні, що відповідає його можливостям, але не менше того, що вимагає програма. Усі учні повинні отримати повні відомості з будь-якої теми та первинно закріпити матеріал, що найкраще здійснюється в умовах спілкування школярів з учителем та однокласниками, а подальше оцінювання відбувається в диференційованих режимах.

Процес конструювання навчального заняття в загальному вигляді можна уявити як установлення різноманітних зв'язків між етапами в структурі заняття і зв'язків усередині кожного етапу. Логіку засвоєння учнями знань в основному охоплюють наступні етапи навчального заняття:

1) організаційний етап;
2) етап перевірки домашнього завдання;
3) етап актуалізації суб'єктного досвіду учнів;
4) етап вивчення нових знань і способів діяльності;
5) етап первинної перевірки розуміння вивченого;
6) етап закріплення вивченого;
7) етап застосування вивченого;
8) етап узагальнення і систематизації;
9) етап контролю і самоконтролю;
10) етап корекції;
11) етап інформації про домашнє завдання;
12) етап підведення підсумків навчального заняття;
13) рефлексія.

При необхідності кілька етапів можуть бути об'єднані в один. Водночас деякі етапи носять інваріантний характер, вони повинні бути на кожному уроці:

- етап організації навчального заняття;
- етап підготовки учнів до активної основної навчально-пізнавальної діяльності (етап актуалізації суб'єктного досвіду учнів);
- основний етап (етап вивчення нових знань і способів діяльності);
- етап підведення підсумків навчального заняття;
- рефлексія.

Основний етап залежить від навчальних цілей, що, у свою чергу, визначає тип навчального заняття. Робота учнів на уроці може здійснюватися як індивідуально за відповідними завданнями, так і в парах або групах. Групи формуються за кооперувально-груповою формою. Завдання диференціюються за принципом індивідуального підходу. Склад груп учнів не повинен бути постійним: з ростом можливостей учня його переводять до іншої групи.

Поділ учнів на групи можна здійснити відповідно до рівня їх компетентності:

І група – учні з низьким рівнем компетентності;

ІІ група – учні з середнім рівнем компетентності;

ІІ група – учні з достатнім рівнем компетентності;

ІV група – учні з високим рівнем компетентності.

Розглянемо особливості організації і керування навчальним процесом в умовах диференційованого навчання.

Етап перевірки домашнього завдання

Розпочати цей етап доцільно з фронтальної перевірки наявності домашнього завдання в усіх учнів із метою визначення тих, хто його не виконав, та організації виконання цими учнями хоча б частини домашнього завдання найнижчого рівня і повторення теоретичного матеріалу підручника за опосередкованої або безпосередньої допомоги вчителя.

Перевірка якості виконання домашнього завдання проводиться не завжди, але якщо завдання складне, то доцільно організувати диференційовану перевірку з послідовним «відключенням» груп, наприклад, на самостійну роботу з підручником.

Підготовка до активної навчально-пізнавальної діяльності

Підбивши підсумки попереднього етапу уроку, учитель проводить мотивацію навчальної діяльності всього класу і починає усне опитування за темою попереднього уроку з учнів ІV групи, яким після цього дається індивідуальне завдання творчого рівня. Потім відповідають учні ІІ групи і теж отримують завдання для самостійної роботи. Опитування учнів І і ІІ груп відбувається індивідуально на фоні самостійно працюючого класу.

Етап засвоєння нових знань

Найсприятливіший, на нашу думку, спосіб для вирівнювання умов сприйняття нового матеріалу запропонував А. О. Бударний. Він полягає в більшій кількості повторювань пояснення нового матеріалу для учнів І і ІІ груп. Повторювальні пояснення вчителя мають носити варіативний характер і проводитись на тлі груп учнів, які самостійно працюють.

Первинна перевірка розуміння нового матеріалу

Цей етап проводиться фронтально. Диференційований підхід до учнів різних типологічних груп полягає в «адресності» запитань різного типу в умовах фронтальної роботи. Первинне закріплення знань

Закріплення знань

Узагальнення та систематизація

Ці етапи уроку будуються за одним принципом і їх не можна розглядати окремо, тому що за технологією диференційованого навчання між ними немає чітких спільних для всіх типологічних груп «кордонів». Основний метод на цьому етапі – метод керованої самостійної роботи.

Учні I групи для закріплення знань, формування навичок та вмінь потребують не тільки більшої допомоги вчителя, а й більшої кількості завдань репродуктивного характеру (відтворювальна самостійна робота за зразком). Учні кожної групи можуть виконувати незначну кількість завдань для іншого (більш високого рівня) типу самостійної роботи.

Контроль і систематизація

Особливості керування навчальним процесом в умовах диференційованого навчання на цьому етапі уроку полягають у загальній контрольованості результатів роботи кожної типологічної групи і кожного учня в її складі на кожному етапі уроку.

До кожної типологічної групи застосовуються різні види контролю:

I група – контроль учителя, взаємоконтроль;

II група – контроль учителя, взаємоконтроль;

II група – контроль учителя, взаємоконтроль, самоконтроль;

IV група – контроль учителя, взаємоконтроль, самоконтроль, внутрішній самоконтроль.

Підведення підсумків уроку

Інформація про виконання домашнього завдання. Домашнє завдання обов'язково диференціюється відповідно до індивідуально-типологічних особливостей учнів. Учитель може зробити навчальний процес відкритим і пояснювати учням, чому на уроці використовуються саме ці форми навчання, які вони мають переваги.

Широке використання методів мотивації дозволяє зробити навчальну діяльність учнів свідомою та ефективною. При плануванні й організації навчальної діяльності слід спиратися на прагнення учнів до самовизначення, самовдосконалення, прагнення проявляти інтелектуальну активність, пізнавати нові факти, соціальні мотиви навчальної діяльності (пошук контактів і співпраця; зацікавленість у результатах колективної роботи; обов'язок і відповідальність перед суспільством, класом, учителями, батьками; прагнення до схвалення, бажання бути першим), створюючи ситуації взаємодопомоги, взаємонавчання, взаємоперевірки, рецензування. Тоді учень буде свідомо ставитися до своєї навчальної діяльності. Важливо, щоб учень оволодів умінням здійснювати рефлексію і самоуправлінням навчанням. Здійснення цих умов буде сприяти ефективній реалізації спільної діяльності вчителя і учня у навчальному процесі.

Технологічна карта доповнюється додатковими матеріалами: довідниковою інформацією, інструкціями, алгоритмами й опорними схемами, завданнями для індивідуальної або групової роботи, тестовими завданнями різних типів, питаннями для самоконтролю учнів у відповідності до рівнів засвоєння ними знань, критеріями оцінювання тощо.

Таким чином, технологічна карта враховує всі аспекти уроку, діяльність учителя і учнів та може стати ефективним засобом організації навчальних занять з фізики.

**Список використаних джерел**


1. Технологічна карта уроку. Методичні рекомендації - http://journal.osnova.com.ua/download/42-0-16266.pdf
2. Попович М.І. Технологічна карта урок - http://refdb.ru/look/1613108-pall.html
3. Електронний конструктор уроків - http://osnova.com.ua/news/78
4. Схема для конструювання уроків різних типів - http://matematika.moy.su/load/konstr/3
5. Садкіна В. І. Як зробити урок. Цікаві педагогічні знахідки. // Педагогічна академія пані Софії. Лютий 2008.
6. Армстронг Томас. Індивідуальний підхід. Як самостійно розкрити і розвинути розумові здібності вашої дитини. / Х.: Книжний клуб, 2001.



*Anotation. Consider requirements for process maps physics lessons in goal setting lesson.*



*Keywords: design, process maps, lesson, interactivity*.



УДК 373.5.016:53:37.091.39



**Ткачук І.В.,** студентка 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент


## ВИКОРИСТАННЯ КРОСВОРДІВ ЯК ЗАСІБ ОРГАНІЗАЦІЇ НЕСТАНДАРТНОГО УРОКУ З ФІЗИКИ


*У статті розглядаються питання, пов’язані з використанням ігрових методів та нестандартних уроків під час проведення уроків фізики в основні школі. Описано одну із форм ігор — кросворди та наведений приклад з теми «Теплові явища».*



*Ключові слова: ігри, урок фізики, нестандартний урок, кросворд.*

Фізика є однією з базових дисциплін в системі загальної середньої освіти, але разом з тим вона займає одне з останніх місць у рейтингу серед всіх шкільних предметів за рівнем зацікавленості учнів у їх вивченні. Майже третю частину учнів не цікавить фізика взагалі. І тому зараз на першому місці стоїть питання про пошук нових шляхів розвитку, формування і підвищення пізнавальних інтересів учнів, підвищення ефективності уроків фізики.

Розв'язок нових задач, що вивчає перед школою життя привів до пошуків нових форм організації навчальної роботи у школі, до нових методів навчання. За словами Верзіліна Н.М. "урок — це сонце, навколо якого, як планети, обертаються всі форми навчальних занять" [5]., тому саме на уроці вчитель повинен організувати таку діяльність, використати таку форму викладення матеріалу, щоб в учнів виникло здивування, захоплення, бажання його освоїти, зрозуміти, що в свою чергу веде до формування стійкого пізнавального інтересу.

Учні будуть любити предмет, вчити його, захоплюватися ним лише тоді, коли їм буде цікаво. А зацікавити учнів — це обов'язок кожного вчителя. Ще А. Ейнштейн писав: "... якщо учитель поширює навколо себе подих нудьги, то в такому оточенні все зачахне; зуміє навчити той, хто навчає цікаво". Саме тому на практиці необхідно застосовувати ігрові форми навчальної діяльності. Відомий французький вчений Луї де Бройль стверджував, що всі ігри, навіть найпростіші, мають багато спільних елементів з роботою вченого. У тому й іншому випадку спочатку приваблює поставлена загадка, перешкода, яку потрібно подолати, потім радість відкриття, одержаної перемоги. Саме тому всіх людей захоплює гра. Тому гру не варто відкидати мотивуючи цей процес несерйозним, її не слід плутати з забавою [2].

На сучасному етапі розвитку сучасної школи необхідно поєднувати традиційні класичні уроки з нестандартними уроками. Нестандартним можна вважати урок, сорганізований за «викрійкою» відмінною від загальноприйнятої. Нетрадиційні за формою, уроки викликають підвищений інтерес учнів, активізують їхню пізнавальну діяльність, сприяють розвитку творчих здібностей, розвивають уміння і навички самостійної розумової праці, виховують бажання активно, власними силами здобувати знання. Учням подобаються нестандартні заняття, оскільки вони не сковують навчальний процес, пожвавлюють атмосферу, активізують діяльність дітей, наближаючи навчання до життєвих ситуацій.

Отже, одним з ефективних шляхів виховання у школярів інтересу до вивчення фізики є ігри. Гра притаманна самій природі дитини. У процесі гри чудовий світ дитинства поєднується з прекрасним світом науки, в який вступають учні [1].

До ігрових форм навчальної діяльності належить складання та розв’язування кросвордів.

*Кросворд* — це задача-головоломка; її суть в заповненні рядків клітин, які перетинаються (по вертикалі і горизонталі) словами, що розгадують по вказаному списку визначень суті цих слів. Кросворди сприяють розвитку пошуково-творчих здібностей учнів, вмінню застосовувати свої знання, швидко орієнтуватись в здобутих відомостях. Вони є хорошим тренінгом розумової діяльності, дають тому хто відгадує можливість для самовираження. Розв’язування кросвордів тренує пам’ять, покращує кмітливість, виробляє наполегливість, здатність логічно мислити, робити співставлення, вчить працювати з додатковою літературою, енциклопедіями, розширює кругозір, стимулює інтерес до предмету.

Кросворди, є та сама дидактична гра, яка складається з ігрової та навчальної задач. Ігрову задачу учень розв’язує за умовою цієї гри (розгадування чи складання кросвордів); а навчальну ставить перед собою, вірніше її ставить учитель, вона розрахована на оволодіння певними знаннями, формуваннями вмінь і навичок. Треба чітко уявляти, з якою метою використовується даний кросворд, які знання можуть бути закріплені з його допомогою, систематизовані, виявлені в учнів, які вміння сформовані та перевірені [5].

Про різноманітність кросвордів міркувати важко, оскільки вони дуже часто зовнішньо схожі один на одного: для всіх них характерно чорно-біла сітка. Якщо розглядати навчальні кросворди, то їх можна класифікувати, виходячи із навчальної мети, що дозволяє виділити наступну головну тематику:

- історія фізики і техніки;
- фізичні величини, одиниці їх вимірювання, прилади;
- основні теми курсу фізики середньої школи;
- прикладні запитання фізики;
- загально фізичні запитання.

Розмістити кросворди за ступенем складності — проблемна задача. На справді: одному учневі той чи інший кросворд здається простим, другому — складним, і обоє по-своєму праві.

Розв’язання кросвордів ефективне після вивчення розділу курсу фізики (в цьому випадку використовуються кросворди з основних тем курсу фізики середньої школи) і при узагальненні навчального матеріалу об’ємних розділів або всього курсу в кінці навчального року. Включаючи учнів в цю інтелектуальну гру, вчитель в нетрадиційній формі перевіряє їх знання, міцність та глибину засвоєння пройденого матеріалу. Виявляє, які питання потрібно пояснити і закріпити додаткове [4].

Пропонуючи учням навчальний кросворд з фізики, слід мати на увазі, що при його розв'язку вчитель досягає поставленої навчальної цілі (формування, уточнення і систематизація визначеного кола понять і знань, розвиток інтелекту і фізичного мислення учнів, виховання в них визначених якостей особистості) й найбільш достовірно визначити рівень засвоєння навчального матеріалу. Реалізація цих завдань можлива якщо будуть виконані такі умови:

– наперед перевірена доступність кросворду, тобто враховані вікові особливості учнів, їх підготовка з фізики, вимоги шкільної програми (якщо учні не володіють необхідною для розв'язку кросворда шириною знань, можна наперед повідомити їм деякі важкі, або маловідомі терміни);

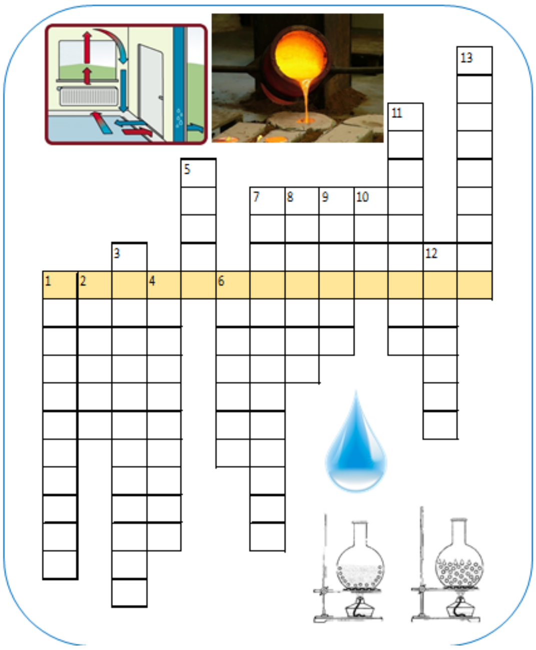
– наявність об'єктивних стимулів (мотивів), які надихають учнів працювати на найкращий кінцевий результат (повний розв'язок кросворду);

– створення на уроці атмосфери природної ігрової ситуації;

– забезпечені при роботі з кросвордами тільки позитивні емоції учнів, тобто веселий настрій і задоволення від вдалої відповіді;

– в ході рішення внесений елемент змагання між учнями (це істотно активізує пізнавальну діяльність);

– передбачено обговорення відповідей на запитання кросворду, їх уточнення, а в разі розходження думок — проведення дискусій [6].



Для того щоб учням завжди було цікаво розв'язувати кросворди, необхідно урізноманітнити їх зміст і форму представлення: частину з них давати індивідуально (в цьому випадку оцінювання підлягають успіхи окремого учня), а частину колективу (оцінка ставиться групі і тим, хто вірно назвав найбільшу кількість слів).

Якщо забезпечити кросворд кількісними показниками для оцінки рівня ерудиції, то одержимо принципово новий тип гри — тест-кросворд, який дозволяє оцінити загальну підготовку учня з фізики, широту його кругозору в цій галузіі знань [3].

Розглянемо приклад кросворда з теми «Теплові явища»:

1. Процес переходу речовини з рідкого стану в твердий.
2. Стан речовини.
3. Процес пароутворення з поверхні рідини.
4. Процес пароутворення з поверхні твердих тіл.
5. Речовина температура кипіння якої при нормальному атмосферному тиску 78°С.
6. Речовини, що не мають певної температури плавлення.
7. Спосіб зміни внутрішньої енергії.
8. Процес пароутворення, відбувається в усьому об'ємі рідини й супроводжується утворенням і зростанням бульбашок пари.
9. Четвертий стан речовини.
10. Речовина, температура кипіння якої при нормальному тиску 100°С.
11. Вид теплопередачі.
12. Сплав нікелю і титану. Сплав, що може згадати свою історію, «зберігає пам'ять».
13. Процес переходу речовини з твердого стану в рідкий.

Якщо ви правильно дали відповіді на всі питання по горизонталі під цифрою 1 одержите назву процесу переходу речовини з рідкого стан в твердий [7].

Нестандартні форми, ігрові елементи – це необхідний напрям у вивченні таких складних і цікавих навчальних предметів, як «Фізика» чи «Математика». Адже нестандартні форми та методи діяльності дозволяють учителю ефективно використовувати «надлишкову» активність учнів, спрямовуючи її у корисне русло. Вони формують в учнів навички взаємодії з іншими людьми, вміння чітко формулювати й обґрунтовувати свою точку зору, вести дискусію і знаходити компромісні варіанти розв'язків. А отже, на таких уроках діти готуються до самостійного життя.

**Список використаних джерел**


1. Атаманчук П.С., Кух А.М. Оптимізація управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів з фізики на основі використання персональних ЕОМ //Збірник наукових праць КПДПІ. Серія фізико-математична: КПДПІ, 1995 – Вип. 2 – С. 264-269

2. Ігрові технології на уроках фізики. Застосування ігрових технологій на уроках фізики в основні школі: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://lviv128.lvivedu.com/uk/article/igrovi-tekhnologiyi-na-urokakh-fiziki.html.

3. Методика викладання фізики / [К.В. Альбін, М.С. Білий, С.І. Гонча-ренко, М.Й. Розенберг, А.М. Яворський]. – К.: Вища школа, 1970. – 70 с.

4. Атаманчук П.С. Концепція управління навчально-пізнавальною діяльністю в навчанні фізики // Фізика та астрономія. – 1999. № 3. – С. 3-6.

5. Олійник В. Активізація пізнавальної діяльності учнів 7-8 класів на уроках фізики //Фізика та астрономія. – 1998. – №4. – С. 38-40.

6. Делікатний К. Г. Роль запитань вчителя в активізації учнів на уроці. – К., 1964. – С. 101

7. Макогоренко Є.І. Фізика в кросвордах / Є.І. Макогоренко. — Кривий ріг: Криворізька ЗОШ І-ІІІ ст.. №105, 2014. — 43 с. — С.22-23

*The article deals with issues related to the use of unconventional playing techniques and lessons learned during the physics in basic school. We describe a form of games - puzzles and an example on "Thermal phenomena".*

*Keywords: games, physics lessons, custom lesson crossword.*

УДК 517.5

**Тріцька К.В.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Сорич В.А.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

# НАБЛИЖЕННЯ ЦІЛИХ ФУНКЦІЙ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИМИ ПОЛІНОМАМИ

*Знайдені асимптотичні рівності для верхніх меж наближень лінійних комбінацій $\bar{\varphi}_i$ – похідних високої гладкості інтерполяційними многочленами в середньому.*

*Ключові слова: цілі функції, класи функцій, інтерполяційний многочлен, передування пар.*

Нехай $L_1$ – простір сумовних $2\pi$-періодичних функцій із нормою $\|\varphi\|_L = \|\varphi\|_1 = \int_0^{2\pi} |\varphi(t)|dt$. $L_1^{\bar{\psi}}$ – клас сумовних $2\pi$-періодичних $\bar{\psi}$-інтегровних в сенсі О. І. Степанця ( [1], с. 1069-1113) функцій, що допускають зображення у вигляді згорток

$$L_1^{\bar{\psi}} = \left\{ f(\cdot) = \frac{a_0}{2} + \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \Psi(\cdot - t)g(t)dt, \qquad \|g\|_1 \le 1, g \perp 1, a_0 \in R \right\}$$

з фіксованими ядрами $\psi(t)$ вигляду

$$\Psi(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (\psi_1(k) cos\, kt + \psi_2(k) \sin kt). \qquad (1)$$

Підмножину ж неперервних функцій із класу $L_1^{\bar{\psi}}$ будемо позначати через $C_1^{\bar{\psi}}$, при цьому функцію $g(x)$ називають $\bar{\psi}$-похідною $f(x)$ $\left(f^{\bar{\psi}}(x) \equiv g(x)\right)$.

Нехай далі, $\bar{\psi}=(\psi_1(k),\psi_2(k))$, $\bar{\varphi}=(\varphi_1(k),\varphi_2(k))$ – пари довільних послідовностей дійсних чисел. Будемо казати, що пара $\bar{\psi}$ $L$ - передує парі $\bar{\varphi}$, якщо $L^{\bar{\varphi}}\subseteq L^{\bar{\psi}}$ і писати $\bar{\psi}\overset{L}{\leq}\bar{\varphi}$. В [2] показано, що при $\psi(k)=\sqrt{\psi_1^2(k)+\psi_2^2(k)}\neq 0$ і $\varphi(k)=\sqrt{\varphi_1^2(k)+\varphi_2^2(k)}\neq 0,\ \ k\in N,$ із $L$-передування ($\bar{\psi}\overset{L}{\leq}\bar{\varphi}$) випливає, що для довільної функції $f(x)\in L^{\bar{\varphi}}$ існує $f^{\bar{\psi}}(x)$, причому $f^{\bar{\psi}}(x)\in L^{\bar{\eta}}$, де пара $\bar{\eta}=(\eta_1(k),\eta_2(k))$ задовольняє умовам

$$\eta_1(k)=\frac{\varphi_1(k)\psi_1(k)+\psi_2(k)\varphi_2(k)}{\psi^2(k)},\ \ \eta_2(k)=\frac{\varphi_2(k)\psi_1(k)-\varphi_1(k)\psi_2(k)}{\psi^2(k)} \qquad (2)$$

при цьому ряд Фур'є $S\left[\left(f^{\bar{\psi}}\right)^{\bar{\eta}}\right]=S\,[f^{\bar{\varphi}}]$, а тригонометричний ряд $\sum_{k=1}^{\infty}\left(\eta_1(k)\cos kt+\eta_2(k)\sin kt\right)$ є рядом Фур'є деякої сумовної функції $D_{\bar{\eta}}(t)$. Розглядаючи множини $C_1^{\bar{\psi}}$та бажаючи досягти неперервності "молодших" похідних введемо поняття $C$-передування пар $\bar{\psi}$ та $\bar{\varphi}$. Будемо писати $\bar{\psi}\overset{C}{\leq}\bar{\varphi}$ ( пара $\bar{\psi}$ $C$-передує парі $\bar{\varphi}$), якщо для функції $f(x)\in C^{\bar{\varphi}}$ існує неперервна $\bar{\psi}$-похідна.

Розглянемо набір пар $\bar{\psi}_i=\left(\psi_{i,1}(k),\psi_{i,2}(k)\right)$, які $C$-передують парі $\bar{\psi}=(\psi_1(k),\psi_2(k))$, $i=\overline{1,m}$, причому для $f(x)\in C_1^{\bar{\psi}}$ $\ f^{\bar{\psi}_i}(x)\in C_1^{\bar{\eta}_i}$, де пари $\bar{\eta}_i=(\eta_{i,1}(k),\eta_{i,2}(k))$ підпорядковані умові

$$\lim_{k\to\infty}\frac{\bar{\eta}_i(k+1)}{\bar{\eta}_i(k)}=0,\ \ |\bar{\eta}_i(k)|=\sqrt{\eta_{i,1}^2(k)+\eta_{i,2}^2(k)}. \qquad (3)$$

Якщо $f(x)$ - довільна $2\pi$-періодична неперервна функція, то через $\tilde{S}_n(f,x)$ позначимо тригонометричний многочлен степеня $n$, що інтерполює $f(x)$ в точках $x_k^{(n)}=\frac{2\pi k}{2n+1}, k=0,\pm1,\pm2,\ldots$

В даній роботі встановлюється поведінка при $n\to\infty$ величини

$$\tilde{\mathcal{E}}_{n,m}\left(C_1^{\bar{\psi}}\right)=\sup_{f\in C_1^{\bar{\psi}}}\left\|\sum_{i=1}^{m}\psi_i(n+1)\left(f^{\bar{\psi}_i}(x)-\tilde{S}_n(f^{\bar{\psi}_i},x)\right)\right\|_1, \qquad (4)$$

Яка характеризує наближення лінійної комбінації $\bar{\varphi}_i$ - похідних високої гладкості (при виконанні умов (3) функції із класів $C_1^{\bar{\eta}_i}$ можна розглядати як звуження на дійсну вісь функцій, регулярних на всій комплексній площині) інтерполяційними многочленами в метриці простору $L_1$.

Основні результати досліджень містяться у твердженнях:

**Теорема.** Якщо пари $\bar{\psi}_i$ $C$-передують парі $\bar{\psi}$ і пари $\bar{\eta}_i$ (див. (2)) задовольняють умові (3), $i = \overline{1,m}$, то при $n \to \infty$ має місце асимптотична рівність

$$\widetilde{\mathcal{E}}_{n,m}\left(C_1^{\bar{\psi}}\right)_1 = \frac{16\, M_{n+1}}{\pi^2} + O(1)\,\psi(n+1)\left(\frac{1}{n} + \mathcal{E}_n\right), \qquad (5)$$

де $M_{n+1} = \sqrt{A_{n+1}^2 + B_{n+1}^2}$, $A_{n+1} = \sum_{i=1}^{m} \psi_i(n+1)\eta_{i,1}(n+1)$,

$$B_{n+1} = \sum_{i=1}^{m} \psi_i(n+1)\eta_{i,2}(n+1), \quad \mathcal{E}_n = \max_{1\le i\le m} \mathcal{E}_{n,i}, \quad \mathcal{E}_{n,i} = \sup_{k\ge n} \alpha_{k,i},$$

$$\alpha_{k,i} = \frac{\eta_i(k+1)}{\eta_i(k)}, \qquad |\bar{\eta}_i(n)| = \sqrt{\eta_{i,1}^2(n) + \eta_{i,2}^2(n)},$$

$$\left|\bar{\psi}(n)\right| = \sqrt{\psi_1^2(n) + \psi_2^2(n)},$$

$O(1)$ – величина, рівномірно обмежена по $n$, $\psi$, $\psi_i$.

**Зауваження 1.** Якщо пари $\bar{\psi}_i = \left(\psi_{i,1}(n), \psi_{i,2}(n)\right)$ $C$-передують парі $\bar{\psi} = (\psi_1(n), \psi_2(n))$, то для величини $M_{n+1}$ справедлива при кожному натуральному $n$ оцінка $0 \le M_{n+1} \le m\,\psi(n+1)$.

З теореми та зауваження 1 отримуємо оцінку

$$\widetilde{\mathcal{E}}_{n,m}\left(C_1^{\bar{\psi}}\right)_1 \le \frac{16\, m}{\pi^2}\psi(n+1) + O(1)\,\psi(n+1)\left(\frac{1}{n} + \mathcal{E}_n\right).$$

**Зауваження 2.** Існують випадки, коли записана вище оцінка є строгою.

<u>**Наприклад**</u>: $m = 2, \bar{\psi} = \left(e^{-\alpha n^r}, 0\right), \bar{\psi}_1 = \left(e^{-\beta n^r}, 0\right), \bar{\psi}_2 = \left(0, e^{-\gamma n^r}\right)$, де $\alpha > \beta > 0, \alpha > \gamma > 0, r > 1$.

Тоді пари $\bar{\psi}_1$ та $\bar{\psi}_2$ $C$-передують парам $\bar{\psi}$ де $\bar{\eta}_1 = \left(e^{-(\alpha-\beta)n^r}, 0\right)$, $\bar{\eta}_2 = \left(0, e^{-(\alpha-\gamma)n^r}\right)$.

Звідси $A_{n+1} = e^{-\alpha(n+1)^r}, B_{n+1} = -e^{-\alpha(n+1)^r}$.

Крім цього, пари $\bar{\eta}_1$ та $\bar{\eta}_2$ задовольняють рівність (4), тобто умови теореми мають місце, в якій

$$M_{n+1} = \sqrt{2}\, e^{-\alpha(n+1)^r} < 2e^{-\alpha(n+1)^r}.$$

Для випадку $m = 1$ (лінійна комбінація складається лише з одного доданку) результати досліджень співпадають із результатами роботи А.С.Сердюка [3]. Для деяких класів функцій невисокої гладкості (зокрема, $W_1^r(r = 2)$) асимптотично точні оцінки наближень інтерполяційними многочленами $\tilde{S}_n(f, x)$ в метриці простору $L$ отримав С. М. Нікольський [4].

**Список використаних джерел**

1. Степанец А. И. Приближение суммами Фурье и наилучшие приближения на классах аналитических функций / А. И. Степанец, А.С. Сердюк // Укр. мат. журн. – 2000. - 52, № 3 – с. 375-395.

2. Сорич В. А. Умови $L$-передування $\bar{\psi}$-похідних / В.А.Сорич, Н.М.Сорич, А. В. Сорич // Збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів і аспірантів, присвяченої 85-ій річниці Української національно-демократичної революції, 15-16 квітня 2002 року, в 2-х томах. – Т. 2. – Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський державний педагогічний університет: інформаційно-видавничий відділ, 2002, -с. 6-9.

3. Сердюк А. С. Наближення періодичних функцій високої гладкості інтерполяційними тригонометричними поліномами в метриці $L_1$ / А. С. Сердюк // Укр. мат. журн. – 2000. – 52 , № 7. – с. 994-998.

4. Никольский С. М. Приближение функций тригонометрическими полиномами в среднем / С. М. Никольский // Изв. АН СССР. сер. мат. – 1946. – 10, № 3. – с. 207-256.

*Anotation. The asymptotic to equality are found for the upper bounds of approximations of linear combinations of $\bar{\psi}_i$-derivatives of high smoothness by interpolation polinomials on the average.*

*Keywords: objective functions, classes of functions, polynomial interpolation, preceding par.*

УДК 517.5

**Хомюк Н.С.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Гнатюк В.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ЕКВІВАЛЕНТНІ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ НАЙКРАЩОЇ ЗВАЖЕНОЇ ОДНОЧАСНОЇ РІВНОМІРНОЇ РАЦІОНАЛЬНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ КІЛЬКОХ НЕПЕРЕРВНИХ НА КОМПАКТІ ФУНКЦІЙ ТА ДЕЯКІ ТЕОРЕМИ ІСНУВАННЯ ЇЇ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА

*Розглянуто еквівалентні постановки задачі найкращої зваженої одночасної рівномірної раціональної апроксимації кількох неперервних на компакті функцій та встановлено деякі теореми існування її екстремального елемента.*

*Ключові слова: еквівалентна постановка задачі, вагова функція, найкраща зважена одночасна рівномірна раціональна апроксимація, теореми існування.*

**Постановка задачі.** Нехай $S$ – метричний компакт, $s$ – його елементи, $C(S)$ – лінійний над полем дійсних чисел нормований простір неперервних на $S$ дійснозначних функцій $g$ з нормою $\|g\| = \max\limits_{g \in S}|g(s)|$, $C^+(S) = \{g : g \in C(S), g(s) > 0, s \in S\}$, $C^+_{|\cdot|}(S) = \{g : g \in C(S), |g(s)| > 0, s \in S\}$, $U \subset C(S)$, $V \subset C^+_{|\cdot|}(S)$, $\dfrac{U}{V} = \left\{\dfrac{u}{v} : u \in U, v \in V\right\}$, $f_i \in C(S)$, $i = \overline{1,m}$, $w \in C^+(S)$ ($w$ – вагова функція).

Задачею найкращої зваженої одночасної рівномірної апроксимації неперервних на компакті $S$ функцій $f_i$, $i = \overline{1,m}$, відношенням множин $U$ та $V$ (раціональної апроксимації) будемо називати задачу відшукання величини

$$E\left(\{f_i\}_{i=1}^m; \frac{U}{V}\right) = \inf_{\substack{u \in U, \\ v \in V}} \sup_{s \in S}\left(w(s)\max_{1 \le i \le m}\left|\frac{u(s)}{v(s)} - f_i(s)\right|\right). \qquad (1)$$

**Твердження 1.** Для $u \in U$, $v \in V$ відображення $s \in S \to \max\limits_{1 \le i \le m}\left|\dfrac{u(s)}{v(s)} - f_i(s)\right|$ є неперервним на компакті $S$.

**Наслідок 1.** Відображення $s \in S \to w(s)\max\limits_{1 \le i \le m}\left|\dfrac{u(s)}{v(s)} - f_i(s)\right|$ є неперервним по $s$ на компакті $S$.

З урахуванням цього наслідку та другої теореми Вейєрштрасса задачу відшукання величини (1) можна записати в такому вигляді

$$E\left(\{f_i\}_{i=1}^m; \frac{U}{V}\right) = \inf_{\substack{u \in U, \\ v \in V}} \max_{s \in S}\left(w(s)\max_{1 \le i \le m}\left|\frac{u(s)}{v(s)} - f_i(s)\right|\right). \qquad (2)$$

Якщо існують $u^* \in U$, $v^* \in V$ такі, що

$$\max_{s \in S}\left(w(s)\max_{1 \le i \le m}\left|\frac{u^*(s)}{v^*(s)} - f_i(s)\right|\right) = E\left(\{f_i\}_{i=1}^m; \frac{U}{V}\right),$$

то елемент $\dfrac{u^*}{v^*}$ називається елементом найкращого зваженого рівномірного наближення неперервних на компакті $S$ функцій $f_i$, $i = \overline{1,m}$, відношенням $\dfrac{U}{V}$ множин $U$ та $V$ неперервних на цьому компакті функцій або просто екстремальним елементом для величини (2).

Розглянемо інші подання задачі відшукання величини (2).

**Твердження 2.** Функції $\Phi_1(s)=\min\limits_{1\le i\le m} f_i(s)$, $\Phi_2(s)=\max\limits_{1\le i\le m} f_i(s)$, $s\in S$, є неперервними на $S$.

**Твердження 3.** Для кожного $u\in U$, $v\in V$, $s\in S$ має місце рівність

$$\max_{1\le i\le m}\left|\frac{u(s)}{v(s)}-f_i(s)\right|=\max_{1\le i\le 2}\left|\frac{u(s)}{v(s)}-\Phi_i(s)\right|.$$

**Твердження 4.** Для кожного $u\in U$, $v\in V$, має місце рівність

$$\max_{s\in S}\left(w(s)\max_{1\le i\le m}\left|\frac{u(s)}{v(s)}-f_i(s)\right|\right)=\max_{s\in S}\max_{1\le i\le m}\left|\frac{w(s)u(s)}{v(s)}-w(s)f_i(s)\right|=$$

$$=\max_{1\le i\le m}\max_{s\in S}\left|\frac{w(s)u(s)}{v(s)}-w(s)f_i(s)\right|.$$

З урахуванням тверджень 3 та 4 задачу відшукання величини (2) можна подати у вигляді таких еквівалентних форм:

$$E\left(\{f_i\}_{i=1}^{m};\frac{U}{V}\right)=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{s\in S}\left(w(s)\max_{1\le i\le m}\left|\frac{u(s)}{v(s)}-f_i(s)\right|\right)=$$

$$=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{s\in S}\max_{1\le i\le m}\left|\frac{w(s)u(s)}{v(s)}-w(s)f_i(s)\right|=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{1\le i\le m}\max_{s\in S}\left|\frac{w(s)u(s)}{v(s)}-w(s)f_i(s)\right|=$$

$$=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{1\le i\le m}\left\|\frac{w\cdot u}{v}-wf_i\right\|=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{s\in S}\left(w(s)\max_{1\le i\le 2}\left|\frac{u(s)}{v(s)}-\Phi_i(s)\right|\right)=$$

$$=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{s\in S}\max_{1\le i\le 2}\left|\frac{w(s)u(s)}{v(s)}-w(s)\Phi_i(s)\right|=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{1\le i\le 2}\max_{s\in S}\left|\frac{w(s)u(s)}{v(s)}-w(s)\Phi_i(s)\right|=$$

$$=\inf_{\substack{u\in U,\\ v\in V}}\max_{1\le i\le 2}\left\|\frac{w\cdot u}{v}-w\Phi_i\right\|. \qquad (3)$$

Нехай в задачі відшукання величини (3) $S=\bigcup\limits_{i=1}^{n}[a_i,b_i]$, де $a_i$, $b_i$, $i=\overline{1,n}$, – дійсні числа, для яких $a_i<b_i$, $i=\overline{1,n}$, $b_i<a_{i+1}$, $i=\overline{1,n-1}$,

$U=\left\{u:u(s)=\sum\limits_{j=0}^{r}\alpha_j s^j, s\in S, \alpha_j\in R, j=\overline{0,r}\right\}$,

$P=\left\{v:v(s)=\sum\limits_{k=0}^{l}\beta_k s^k, s\in S, \beta_k\in R, k=\overline{0,l}\right\}$,

$V\subset P\bigcap C^{+}_{|\cdot|}(S)$.

Задачу відшукання величини (3) в цьому випадку будемо називати задачею найкращої зваженої одночасної рівномірної раціональної апроксимації кількох неперервних на компакті функцій в дійсній області.

У випадку, коли $V = P \bigcap C_{|\cdot|}^{+}(S)$ задача відшукання величини (3) в дійсній області має вигляд:

$$E\left( \{f_i\}_{i=1}^{m}; \frac{U}{V} \right) = \inf_{\substack{u \in U, \\ v \in V}} \max_{s \in S} \left( w(s) \max_{1 \le i \le m} \left| \frac{u(s)}{v(s)} - f_i(s) \right| \right) =$$

$$= \inf_{\substack{(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_r) \in R^{r+1}; \\ (\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_l) \in \\ \left\{ (\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_l) \in R^{l+1} : \sum_{k=0}^{l} \beta_k s^k \ne 0, s \in \bigcup_{i=1}^{n} [a_i, b_i] \right\}}} \max_{s \in \bigcup_{i=1}^{n} [a_i, b_i]} \left( w(s) \max_{1 \le i \le m} \left| \frac{\sum_{j=0}^{r} \alpha_j s^j}{\sum_{k=0}^{l} \beta_k s^k} - f_i(s) \right| \right), \qquad (4)$$

де $f_i, \ i = \overline{1, m},$ – дійсно значні функції, задані та неперервні на $S = \bigcup_{i=1}^{n} [a_i, b_i]$.

Розглянемо випадок задачі відшукання величини (3) в дійсній області для випадку, коли $S = [a, b]$, $V = P \bigcap C^{+}(S) \subset P \bigcap C_{|\cdot|}^{+}(S)$. В цьому випадку задача (3) набере вигляду:

$$E\left( \{f_i\}_{i=1}^{m}; \frac{U}{V} \right) = \inf_{\substack{u \in U, \\ v \in V}} \max_{s \in S} \left( w(s) \max_{1 \le i \le m} \left| \frac{u(s)}{v(s)} - f_i(s) \right| \right) =$$

$$= \inf_{\substack{(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_r) \in R^{r+1}; \\ (\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_l) \in \\ \left\{ (\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_l) \in R^{l+1} : \sum_{k=0}^{l} \beta_k s^k > 0, s \in [a, b] \right\}}} \max_{s \in [a, b]} \left( w(s) \max_{1 \le i \le m} \left| \frac{\sum_{j=0}^{r} \alpha_j s^j}{\sum_{k=0}^{l} \beta_k s^k} - f_i(s) \right| \right), \qquad (5)$$

**Основні результати.** Наведемо деякі результати дослідження задачі відшукання величини (3), що стосуються теорем існування екстремального елемента цієї задачі.

Для $v \in C(S)$ через $S_v$ будемо позначати таку множину $S_v = \{ s : s \in S, v(s) \ne 0 \}$.

**Теорема 1.** Якщо для деякої екстремальної послідовності $\left\{ \frac{u_k}{v_k} \right\}_{k=1}^{\infty}$ для величини (3) існує підпослідовність $\{k_l\}_{l=1}^{\infty}$ послідовності натуральних чисел така, що $\lim\limits_{l\to\infty} u_{k_l} = u^*$, $\lim\limits_{l\to\infty} v_{k_l} = v^*$, $v^* \neq 0$, множина $S_{v^*}$ щільна в $S$ і, крім того, існують $\tilde{u} \in U$, $\tilde{v} \in V$ такі, що

$$\frac{\tilde{u}(s)}{\tilde{v}(s)} = \frac{u^*(s)}{v^*(s)}$$

для всіх $s \in S_{v^*}$, то $\dfrac{\tilde{u}}{\tilde{v}}$ буде екстремальним елементом для величини (3).

**Теорема 2.** Якщо в задачі відшукання величини (3) для деякої екстремальної послідовності $\left\{\dfrac{u_k}{v_k}\right\}_{k=1}^{\infty}$ для цієї величини існує підпослідовність $\{k_l\}_{l=1}^{\infty}$ послідовності натуральних чисел така, що послідовності $\left\{\dfrac{u_{k_l}}{\left\|v_{k_l}\right\|}\right\}_{l=1}^{\infty}$, $\left\{\dfrac{v_{k_l}}{\left\|v_{k_l}\right\|}\right\}_{l=1}^{\infty}$ збігаються при $l \to \infty$ відповідно до $u^*$, $v^*$, множина $S_{v^*}$ щільна в $S$ та існують $\tilde{u} \in U$, $\tilde{v} \in V$, для яких

$$\frac{\tilde{u}(s)}{\tilde{v}(s)} = \frac{u^*(s)}{v^*(s)}, \quad s \in S_{v^*},$$

то $\dfrac{\tilde{u}(s)}{\tilde{v}(s)}$ буде екстремальним елементом для величини (3).

**Теорема 3.** Екстремальний елемент для задачі відшукання величини (4) існує.

**Теорема 4.** Екстремальний елемент для задачі відшукання величини (5) існує.

**Висновки.** Розглянуто еквівалентні постановки задачі найкращої зваженої одночасної рівномірної раціональної апроксимації кількох неперервних на компакті функцій та деякі теореми існування її екстремального елемента.

## Список використаних джерел

1. Коллатц Л. Теория приближений. Чебышевские приближения и их приложения. Пер. с нем. Голубова Б.И. Под ред. Стечника С.Б. / Коллатц Л., Крабс В. – М.: Наука, 1978. – 272 с.

2. Лоран П.-Ж. Аппроксимация и оптимизация. Пер. с фр. Завьялова Ю.С., Звягиной Р.А. Под ред. Рубинштейна Г.Ш., Яненко Н.Н. – М.: Мир, 1975. – 496 с.

*Considered equivalent formulation of the problem of weighted best simultaneous uniform rational approximation of several continuous on the compact set of functions and some theorems of existence of its extreme element.*

*Key words: equivalent formulation of the problem, weight function, weighted best simultaneous uniform rational approximation, an existence theorem.*

УДК 511.331

**Царук К.І.**, студентка 5 курсу фізико-математичного факультету

Науковий керівник: **Кріль С.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ПОВЕДІНКА ДЗЕТА-ФУНКЦІЇ РІМАНА ПРИ ВЕЛИКИХ ЗНАЧЕННЯХ АРГУМЕНТА

*Дослідження поведінки дзета-функції Рімана при великих значеннях аргумента в критичній смузі.*

*Ключові слова: дзета-функція, гіпотеза Ліндельофа, гіпотеза Рімана, закон Грама, формула Рімана-Зигеля*

Проблема розташування коренів $\rho$ дзета функції, отже, і проблема оцінки похибки в теоремі простих чисел, тісно пов'язана з проблемою оцінки зростання $\zeta$ в критичній смузі $\{0 \le \operatorname{Re} s \le 1\}$ коли $\operatorname{Im} s \to \infty$. Взаємозв’язок між цими двома проблемами полягає в тому, що основний крок у доведенні теореми про прості числа залежить від оцінки $\operatorname{Re}\log\zeta(\sigma+it) = \log|\zeta(\sigma+it)|$ для $\sigma$ близького 1 і для всіх *t*. Основним моментом в оцінці похибки Валле Пуссена в теоремі про розподіл простих чисел залежить від оцінок $\zeta'(\sigma+it)/\zeta(\sigma+it)$ для великих *t*. Пізніше Беклунд обгрунтовує оцінку Рімана величини *N(t)* залежну від оцінки зростання $|\xi(s)|$ в смузі $0 \le \operatorname{Re} s \le 4$.

Важливою віхою у вивченні $\zeta$ в критичній смузі є стаття Ліндельофа 1908, в якій він не тільки отримав, деякі оцінки, які були набагато сильнішими, ніж ті, які були отримані раніше, а й ним були введені нові методи і доведенні теореми основних досліджень, в яких він сформулював знамениту "гіпотезу Ліндельофа". Пізніше було показано, що справедливість гіпотеза Рімана означає виконання гіпотези Ліндельофа. У 1918 році Беклунд довів більш точний результат, а саме, що гіпотеза, припущена Ліндельофом та деяке твердження про розташування коренів $\rho$ є набагато слабшими, ніж гіпотеза Рімана. Пізніше було показано, що $\int_0^T S(t)dt$ зростає не швидше, ніж величина $\log T$ при $T \to \infty$. Важким кроком в цьому доведенні є оцінка $\operatorname{Re}\log\zeta(s)$ для $s$ в критичній смузі з великою уявною частиною. Пізніше Гаральдом Бором і Ландау була доведена теорема, в якій говориться, що відносна похибка у наближенні "число коренів $\rho$ з уявними частинами між 0 і *T*, які лежать в межах від $\delta$ до $\operatorname{Re} s = \frac{1}{2}$ є для кожного $\delta > 0$, приблизно рівне загальному числу коренів $\rho$ з уявної частини в цьому діапазоні" і наближається до нуля, при $T \to \infty$ для фіксованого $\delta$. Відкриття формули Рімана-Зигеля зробило цілком реальною можливість розширити програму, розпочату Грамом і Хатчінсоном. Оскільки точка Грама $g_n$ легко обчислюється, то продовжуючи прості міркування та використовуючи формулу Рімана-Зигеля можна оцінити $Z(g_n)$ і знайти точку $g_n'$ поряд з $g_n$ для якої $(-1)^n Z(g_n') > 0$ тих особливих випадках, коли закон Грама $\operatorname{Re}\zeta\left(\frac{1}{2} + ig_n\right) = Z(g_n)\cos\vartheta(g_n) = (-1)^n Z(g_n) > 0$ не виконується. Таким чином, приведенні міркування можливі, якщо невиконання закону Грама не почне занадто часто траплятися, для обчислення інших коренів ρ на прямій $\operatorname{Re} s = \frac{1}{2}$. Такі розрахунки проводили Тітчмарш і Комрі в 1935-1936 роках рухаючись по критичній прямій до точки Грама $g_{1040}$ і, таким чином, було показано, що 1 041 коренів розташованні на прямій. Крім того, за допомогою повного узагальнення методів Беклунда і Хатчінсона та використовуючи формулу Рімана-Зигеля, Тітчмарш і Комрі змогли показати, що $N(g_{1040}) = 1041$ і зробили висновок, що корені $\rho$ в діапазоні $\{0 \le \operatorname{Im} s \le g_{1040}\}$ всі прості нулі на прямій $\operatorname{Re} s = \frac{1}{2}$.

Розрахунки, проведені Д. Г. Лемером показали, що перші 25000 точок Грама $g_n$ виключенні із закону Грама $(-1)^n Z(g_n) > 0$ не великі і всі корені $\rho$ в діапазоні $\{0 \le \operatorname{Im} s \le g_{25000}\}$ є простими нулями на прямій $\operatorname{Re} s = \frac{1}{2}$. Лемер мав у своєму розпорядженні, додатково до формули Рімана-Зигеля і нових електронних комп'ютерів, новий метод, який ввів Тюрінг в 1953 році для визначення кількості коренів в даному діапазоні. Метод Тюрінга набагато простіше застосовувати на практиці, ніж метод Беклунда, який він витісняє.

Хоча розрахунки Лемера підтвердили гіпотезу Рімана, проте вони знайшли деяку нерегульованість в поведінці *Z(t),* яка змусила здаватися в цілому можливою, що подальші розрахунки можуть насправді виробляти контр приклади до гіпотези Рімана. Подальші обчислення були виконанні Леманом, Россером та іншими до двохсот п'ятдесяти тисячного нуля. До трьох з половиною мільйонів нулів створенні контр приклади, які справді доводять, що всі розв'язки $\rho$ в діапазоні $\{0 \le \operatorname{Im} s \le g_{3500000}\}$ є простими нулями на прямій $\operatorname{Re} s = \frac{1}{2}$.

Однією з основних задач в теорії дзета-функції є оцінка $\zeta(s)$ при $t \to \infty$ в критичній смузі, тобто при $0 \le \sigma \le 1$. Проведемо загальні міркування про проблему порядку. Із ряду Діріхле для $\zeta(s)$ видно, що $\zeta(s)$ обмежена в будь-якій півплощині $\sigma \ge 1+\delta > 1$. Було доведено, що

$$\zeta(s) = O(|t|) \quad \left(\sigma \ge \frac{1}{2}\right).$$

Для $\sigma < \frac{1}{2}$ відповідний результат випливає з функціонального рівняння

$$\zeta(s) = \chi(s)\zeta(1-s).$$

В будь-якій фіксованій смузі $\alpha \le \sigma \le \beta$ при $t \to \infty$ справедлива асимптотична рівність

$$|\chi(s)| \sim \left(\frac{t}{2\pi}\right)^{\frac{1}{2}-\sigma},$$

Отже,

$$\zeta(s) = O\left(t^{\frac{1}{2}-\sigma}\right) \quad (\sigma \le -\delta \ge 0)$$

$$\zeta(s) = O\left(t^{\frac{3}{2}+\sigma}\right) \quad (\sigma \ge -\delta).$$

Таким чином, в будь-якій півплощині $\sigma \ge \sigma_0$,

$$\zeta(s) = O\left(|t|^k\right), \; k = k(\sigma_0),$$

тобто $\zeta(s)$ є функція кінцевого порядку в сенсі теорії рядів Діріхле.

Для кожного $\sigma$ ми визначаємо число $\mu(\sigma)$ як нижню границю чисел $\xi$ таких, що

$$\zeta(\sigma + it) = O\left(|t|^{\xi}\right).$$

Із загальної теорії рядів Діріхле відомо, що $\mu(\sigma)$ є неперервною, не зростаючою і опуклою вниз функцією $\sigma$ в тому сенсі, що жодна точка дуги кривої $y = \mu(x)$ не лежить вище стягуючої її хорди. Крім того, $\mu(\sigma)$ невід'ємна.

Оскільки $\zeta(s)$ обмежена для $\sigma \le 1+\delta \;\; (\delta > 0)$, то

$$\mu(\sigma) = 0 \quad (\sigma > 1)$$

а з функціонального рівняння випливає, що

$$\mu(\sigma) = \frac{1}{2} - \sigma \quad (\sigma \le 0).$$

Ці формули справедливі в силу неперервності відповідно для $\sigma = 1$ і $\sigma = 0$. Хорда, яка стягує точки $\left(0, \frac{1}{2}\right)$ і $(1, 0)$ кривою $y = \mu(\sigma)$, має рівняння $y = \frac{1}{2} - \frac{\sigma}{2}$. Тому, в силу опуклості цієї кривої,

$$\mu(\sigma) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\sigma \quad (0 < \sigma < 1)$$

Зокрема, $\mu\left(\frac{1}{2}\right) \leq \frac{1}{4}$, тобто

$$\zeta\left(\frac{1}{2} + it\right) = O\left(t^{1/4+\varepsilon}\right)$$

для будь-якого додатного $\varepsilon$.

Точні значення функції $\mu(\sigma)$ для значень аргументу $\sigma$, розташованих між 0 і 1, невідомі. Згодом ми побачимо, що $\mu\left(\frac{1}{2}\right) < \frac{1}{4}$. Найпростіша з можливих гіпотез полягає в тому, що графік $\mu(\sigma)$ складається з двох променів, тобто, що

$$\mu(\sigma) = \begin{cases} \frac{1}{2} - \sigma \ \text{при}\ \sigma \leq \frac{1}{2} \\ 0 \ \text{при}\ \sigma > \frac{1}{2} \end{cases}$$

Ця гіпотеза відома під назвою гіпотези Ліндельофа. Вона еквівалентна твердженню, що

$$\zeta\left(\frac{1}{2} + it\right) = O\left(t^{\varepsilon}\right)$$

для будь-якого додатного $\varepsilon$.

Наближене функціональне рівняння дає можливість дещо уточнити наведений вище результат. Наприклад, вважаючи в формулі Рімана-Зигеля $\sigma = \frac{1}{2}$ і $x = y = \sqrt{\frac{t}{2\pi}}$, отримуємо

$$\zeta\left(\frac{1}{2} + it\right) = \sum_{n \leq \sqrt{t/\ 2\pi}} \frac{1}{n^{1/2+it}} + \sum_{n \leq \sqrt{t/\ 2\pi}} \frac{1}{n^{1/2-it}} + O(t^{-1/4}) =$$

$$= O\Big(\sum_{n \leq \sqrt{t/2\pi}} \frac{1}{n^{1/2}}\Big) + O(t^{-1/4}) = O(t^{1/4}) .$$

## Список використаних джерел

1. Edwards H. M. Riemann's Zeta Function / H. M. Edwards // Academic Press, 1974. – с. 171-183.

2. Титчмарш Е. К. Теория дзета-функции Римана / Е. К. Титчмарш – Москва: изд. иностранной литературы, 1953. – с. 96-98.

*Annotation. Research of conduct the Riemann zeta function at large values of the argument in the critical strip.*

*Keywords: Zeta Function, Lindelof hypothesis, Riemann hypothesis, Gram's law, Riemann–Siegel formula.*

УДК 517.5
**Чорнописька Н.С.**, студентка 6 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Гнатюк В.О.**, кандидат фізико-математичних наук, доцент

# ТЕОРЕМИ ІСНУВАННЯ І ЄДИНОСТІ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА ЗАДАЧІ ВІДШУКАННЯ ЧЕБИШОВСЬКОГО ЦЕНТРА КОМПАКТА ЛІНІЙНОГО НОРМОВАНОГО ПРОСТОРУ ВІДНОСНО МНОЖИНИ ЦЬОГО ПРОСТОРУ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ ДЕЯКИМ ОБМЕЖЕННЯМ ОПЕРАТОРНОГО ТИПУ

*Розглянуто еквівалентні форми постановки задачі відшукання чебишовського центра компакта лінійного нормованого простору відносно множини цього простору, що задається деяким обмеженням операторного типу та встановлено деякі властивості цільової функції, теореми існування і єдиності екстремального елемента.*

*Ключові слова: лінійний оператор, чебишовський центр компакта, екстремальний елемент, теореми існування.*

**Постановка задачі.** Нехай $X$ та $X_1$ – дійсні лінійні нормовані простори, $K$ – компакт простору $X$ (компактна підмножина простору $X$), $A$ – лінійний ненульовий неперервний оператор, що діє з $X$ в $X_1$, $a_0$ – фіксований елемент простору $X_1$, $G_1$ – опуклий замкнений конус з вершиною в точці $0$ простору $X_1$, $G$ – непорожня опукла множина простору $X$, $D = \{x : x \in X, Ax - a_0 \in G_1\}$.

Будемо припускати, що

$$\{x : x \in G, Ax - a_0 \in \operatorname{int} G_1\} \neq \emptyset.$$

З останньої умови, зокрема, випливає, що

$$G \cap D \neq \emptyset.$$

Задачею відшукання чебишовського центра компакта $K$ відносно елементів $x$ множини $G$, які задовольняють додатковому обмеженню операторного типу $Ax - a_0 \in G_1$, будемо називати задачу відшукання величини

$$\alpha_K^*(G \cap D) = \inf_{\substack{x \in G, \\ Ax - a_0 \in G_1}} \sup_{y \in K} \|x - y\| = \inf_{x \in G \cap D} \sup_{y \in K} \|x - y\|. \quad (1)$$

**Твердження 1.** При фіксованому $x \in X$ функція $y \in X \to \|x - y\|$ є неперервною на $X$.

З урахуванням твердження 1 та узагальненої теореми Вейєрштрасса задачу відшукання величини (1) можна подати у такій формі

$$\alpha_K^*(G \cap D) = \inf_{\substack{x \in G, \\ Ax - a_0 \in G_1}} \max_{y \in K} \|x - y\| = \inf_{x \in G \cap D} \max_{y \in K} \|x - y\|. \quad (2)$$

Використовуючи конус $G_1$ можна перетворити лінійний нормований простір $X_1$ в частково упорядковану множину. З цією метою введемо для елементів $X_1$ відношення порядку $\geq$ наступним чином $y'' \geq y'(G_1)$ тоді і тільки тоді, коли $y'' - y' \in G_1$.

Як відомо, для того, щоб перевірити, що так задане відношення перетворює $X_1$ в частково упорядковану множину, необхідно перевірити справедливість таких вимог:

а) $y \geq y(G_1)$ для довільних $y \in X_1$;

б) якщо $y_1, y_2, y_3 \in X_1$ і $y_1 \geq y_2(G_1)$ та $y_2 \geq y_3(G_1)$, то $y_1 \geq y_3(G_1)$.

З урахуванням зазначеного вище задачу відшукання величини (2) можна подати у такій еквівалентній формі

$$\alpha_K^*(G \cap D) = \inf_{\substack{x \in G, \\ Ax \geq a_0(G_1)}} \max_{y \in K} \|x - y\| = \inf_{x \in G \cap D} \max_{y \in K} \|x - y\|, \tag{3}$$

де $D = \{x : x \in X, Ax - a_0 \in G_1\} = \{x : x \in X, Ax \geq a_0(G_1)\}$.

Якщо існує точка $x^* \in G \cap D$ $(x^* \in G$ і $Ax^* \geq a_0(G_1))$ така, що

$$\alpha_K^*(G \cap D) = \inf_{\substack{x \in G, \\ Ax \geq a_0(G_1)}} \max_{y \in K} \|x - y\| = \inf_{x \in G \cap D} \max_{y \in K} \|x - y\| = \max_{y \in K} \|x^* - y\|,$$

то її називають чебишовським центром компакту $K$ відносно елементів множини $G$, які задовольняють додатковому обмеженню $Ax_0 \geq a_0(G_1)$ операторного типу або ж просто екстремальним елементом для величини (3).

В частковому випадку, коли $G$ є скінченновимірним підпростором простору $X$, породженим лінійно незалежними векторами $a_i, i = \overline{1,n}$, цього простору, тобто $G = \left\{x : x = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i, \alpha_i \in R, i = \overline{1,n}\right\}$, задача відшукання величини (3) набере вигляду:

$$\alpha_K^*(G \cap D) = \inf_{\substack{(\alpha_1, \dots \alpha_n) \in R^n, \\ A(\sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i) \geq a_0(G_1)}} \max_{y \in K} \left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i - y \right\| = \inf_{\substack{(\alpha_1, \dots \alpha_n) \in R^n, \\ \sum_{i=1}^{n} \alpha_i A(a_i) \geq a_0(G_1)}} \max_{y \in K} \left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i - y \right\|. \tag{4}$$

Якщо ж, крім того, $X_1 = X$ та $Ax = x$ для всіх $x \in X$, то задача відшукання величини (4) набере вигляду

$$\alpha_K^*(G \cap D) = \inf_{\substack{(\alpha_1, \dots \alpha_n) \in R^n, \\ \sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i \geq a_0(G_1)}} \max_{y \in K} \left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i a_i - y \right\|. \tag{5}$$

**Основні результати.** Наведемо основні результати дослідження задачі відшукання величини (3), що стосуються властивостей цільової функції, критеріїв існування і єдиності екстремального елемента для цієї задачі.

Позначимо через $\varphi$ цільову функцію задачі відшукання величини (3), тобто функцію

$$\varphi(x) = \max_{y \in K} \|x - y\|, x \in X.$$

**Теорема 1.** Цільова функція $\varphi(x) = \max_{y \in K} \|x - y\|, x \in X$, задачі відшукання величини (3) є дійснозначною, ліпшіцевою з константою 1, неперервною та опуклою на $X$ функцією.

**Означення 1** [1, с.21]. Множина $M$ лінійного нормованого простору $Y$ називається локально компактною, якщо з будь-якої обмеженої послідовності точок цієї множини можна виділити збіжну підпослідовність.

**Твердження 2.** Якщо $G$ є замкненою локально компактною множиною простору $X$, то екстремальний елемент для величини (3) існує.

**Наслідок 1.** Якщо $G$ є компактною множиною простору $X$, то екстремальний елемент для величини (3) існує.

**Наслідок 2.** Якщо $G$ є скінченновимірним підпростором простору $X$, то екстремальний елемент для величини (3) існує.

Будемо говорити, що в лінійному нормованому просторі $X$ виконується, так звана, «нерівність паралелограма», якщо для довільних $x, y \in X$

$$2\|x\|^2 + 2\|y\|^2 - \|x + y\|^2 \geq c\|x - y\|^2, \text{ де } c > 0. \quad (6)$$

Прикладом лінійно нормованого простору, в якому виконується «нерівність паралелограма» є гільбертів простір [2, с.64], оскільки в ньому для довільних $x, y \in X$

$$2\|x\|^2 + 2\|y\|^2 - \|x + y\|^2 = \|x - y\|^2. \quad (7)$$

**Теорема 2.** Якщо $X$ - банахів простір, в якому має місце «нерівність паралелограма» і $G$ - замкнена опукла множина цього простору, то екстремальний елемент для величини (3) існує і єдиний.

**Теорема 3.** Якщо $G$ є слабо компактною множиною простору $X$, то екстремальний елемент для величини (3) існує.

**Висновки.** Розглянуто еквівалентні постановки задачі відшукання чебишовського центра компакта відносно елементів множини, які задовольняють додатковому обмеженню операторного типу, встановлено деякі властивості цільової функції цієї задачі та теореми існування і єдиності її екстремального елемента.

**Список використаних джерел**

1. Корнейчук Н.П. Экстремальные задачи теории приближения / Н.П. Корнейчук – М. : Наука, 1976. – 320 с.

2. Иосида К. Функциональный анализ. Пер. с англ. В.М. Волосова / К. Иосида – М. : Мир, 1967. – 616 с.

*Considered equivalent forms of the task of finding the center chebyshovskoho compact linear normalized space regarding a plurality of space, given certain restrictions operator type and set some properties of the objective function, the existence and uniqueness theorems extreme element.*

*Key words: linear operator chebyshovskyy compact center , extreme element theorem of existence.*

УДК 517.5
**Шолом В.Л.**, студентка 6 курсу фізико–математичного факультету
Науковий керівник: **Гнатюк В. О,** кандидат фізико-математичних наук, доцент

## УЗАГАЛЬНЕНА ПРОБЛЕМА МОМЕНТІВ , ДВОЇСТІ ДО НЕЇ ЗАДАЧІ ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ДВОЇСТОСТІ

*Розглянуто узагальнену проблему моментів, двоїсті до неї задачі та встановлено співідношення двоїстості.*

*Ключові слова: узагальнена проблема моментів, двоїсті задачі, співвідношення двоїстості.*

**Постановка задачі.** Нехай $X$– лінійний нормований простір, $x_1,...,x_n; y_1,...,y_m$ —лінійно незалежні елементи цього простору, $c_1,...,c_n, b_1,...,b_m$ – дійсні числа, $X^*$ —простір, спряжений з $X$.

Назвемо узагальненою проблемою моментів задачу відшукання

$$\inf \|f\| \tag{1}$$

при обмеженнях

$$f(x_i) = c_i, \mathrm{i} = \overline{1,n} \tag{2}$$

$$f(y_j) \geq b_j, \mathrm{j} = \overline{1,m} \tag{3}$$

$$f \in X^*. \tag{4}$$

Зрозуміло, що за умови, коли $c_i = 0, i = \overline{1,n}, b_j = 0, j = \overline{1,m}$ ,задача (1)—(4) має тривіальний розв’язок $f^* = 0$ , оскільки $f^*(x_i) = 0, i = \overline{1,n}, f^*(y_i) = 0, j = \overline{1,m}$, та $\|f^*\| = \|0\| = 0 \leq \|f\|$ для всіх $f \in X^*$ і таких, які задовольняють обмеженням (2),(3). Розглянемо також випадок, коли $c_i = 0, \mathrm{i} = \overline{1,n}, \mathrm{b}_j \leq 0, j = \overline{1,\mathrm{m}}$. Тоді розв’язком узагальненої проблеми моментів також буде $f^* = 0 \in X^*$, оскільки $b_j \leq 0 = f^*(y_j)\ \mathrm{j} = \overline{1,m}, \|f^*\| = 0 \leq \|f\|$ для всіх $f \in X^*$ і таких, які задовольняють обмеження (2), (3). Крім того, очевидно, що $f^* = 0 \in X^*$ буде розв'язком задачі(1) — (4) і тоді , коли обмеження (2) відсутні тоді $b_j \le 0, j = \overline{1,m}$ .

З урахуванням проведених міркувань задачу (1) — (4) будемо розглядати за умови, коли

$$\sum_{i=1}^{n} |c_i| + \sum_{j=1}^{m} |b_j| > 0 \qquad (5)$$

та серед чисел $b_j, j = \overline{1,m}$, є додатне, якщо обмеження (2) відсутнє або $c_i = 0, i = \overline{1,n}$. (6). Отже, в подальшому будемо досліджувати узагальнюючу проблему моментів (1) — (6).

**Задачі, двоїсті до узагальненої проблеми моментів.** Одночасно з задачею (1)—(6) будемо розглядати таку екстремальну задачу:

$$\gamma^* = \min \left\| \sum_{1}^{n} \alpha_i x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j y_j \right\| \qquad (7)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i c_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j b_j = 1, \qquad (8)$$

$$\alpha_i \ge 0, i = \overline{1,n}; \beta_j \ge 0, j = \overline{1,m} \qquad (9)$$

**Теорема 1.**. Задача (7) — (9) має допустимі та оптимальний розв'язки. Має місце співвідношення $\gamma^* > 0$

Надалі задачею, двоїстою до узагальненої проблеми моментів (1) — (6), будемо називати задачу відшукання величини

$$L^* = \max \left\{ \frac{1}{\left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j y_j \right\|} : \sum_{i=1}^{n} \alpha_i c_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j y_j = 1, \alpha_i \ge 0, i = \overline{1,n}, \beta_j \ge 0, j = \overline{1,m} \right\} \qquad (10)$$

**Теорема 2** Задача (10) має оптимальний розв'язок. Для того, щоб вектор $(\alpha^*, \beta^*) = (\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*)$ був оптимальним розв'язком задачі (10), необхідно і достатньо, щоб він був оптимальним розв'язком задачі (7) — (9). Має місце рівність

$$L^* = \frac{1}{\min \left\{ \left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j y_j \right\| : \text{при обмеженнях } (1.8), (1.9) \right\}} = \frac{1}{\gamma^*} \qquad (11)$$

**Теорема 3.** Має місце рівність $L^* = \hat{L}$, де

$$\hat{L} = \max \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ c_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j \ y_j}{\left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j \ y_j \right\|} : \alpha_i \geq 0, i = \overline{1,n}; \beta_j \geq 0, \ j = \overline{1,m}; \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ + \sum_{j=1}^{m} \beta_j \ > 0 \right\} . \qquad (12)$$

Будь–який оптимальний розв'язок $\left(\alpha^*, \beta^*\right) = \left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$ задачі (10) є оптимальним розв'яком задачі (12). Якщо $\left(\overline{\alpha}, \overline{\beta}\right) = \left(\overline{\alpha_1}, ...., \overline{\alpha_n}, \overline{\beta_1}, ...., \overline{\beta_m}\right)$ є оптимальним розв'язком задачі (12), $\overline{\gamma} = \sum_{i=1}^{n} \overline{\alpha_i} c_i + \sum_{j=1}^{m} \overline{\beta_j} b_j$ , то $\left(\alpha^*, \beta^*\right) = \left( \frac{\overline{\alpha_1}}{\gamma}, ...., \frac{\overline{\alpha_n}}{\gamma}, \frac{\overline{\beta_1}}{\gamma}, ...., \frac{\overline{\beta_m}}{\gamma} \right) = \left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$є оптимальним розв'язком для задачі (10). Також будемо називати задачею двоїстою до узагальненої проблеми моментів (1) — (6). [2]

**Теорема 4.** Має місце рівність $L^* = L'$ , (13)

де $L' = \max \left\{ \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ c_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j \ y_j : \left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j \ y_j \right\| = 1, \alpha_i \geq 0, i = \overline{1,n}; \beta_j \geq 0, \ j = \overline{1,m} \right\}$. (14)

Для будь–якого оптимального розв'язку $\left(\alpha^*, \beta^*\right) = \left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$задачі (12) вектор

$$\left(\alpha', \beta'\right) = \left(\alpha_1', ..., \alpha_n', \beta_1', ..., \beta_m'\right) =$$

$$= \left( \frac{\alpha_1^*}{\left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^* x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j^* y_j \right\|}, ...., \frac{\alpha_n^*}{\left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^* x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j^* y_j \right\|}, \frac{\beta_1^*}{\left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^* x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j^* y_j \right\|}, ..., \frac{\beta_m^*}{\left\| \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^* x_i + \sum_{j=1}^{m} \beta_j^* y_j \right\|} \right)$$

є оптимальним розв'язком (14). Будь–який оптимальний розв'язок $\left(\alpha^*, \beta^*\right) = \left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$задачі (14) буде оптимальним розв'язком задачі (12). Задачу відшукання величини (14) також будемо називати, задачею, двоїстою до узагальненої проблеми моментів (1) — (6).

**Теорема 5.**Нехай в задачі (7) — (9) , наприклад, $c_1 \neq 0$ . Розглянемо задачу відшукання $\gamma_*^{c_1} = \min \left\{ \left\| \frac{1}{c_1} x_1 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \left( x_i - \frac{c_i}{c_1} x_1 \right) + \sum_{j=1}^{m} \beta_j \left( y_j - \frac{\beta_j}{c_1} \right) \right\| : \beta_j \geq 0, \ j = \overline{1,m} \right\}$ . (15)

Має місце рівність $\gamma^* = \gamma_*^{c_1}$ (16)

Задача (15) має оптимальний розв'язок. Якщо $\left(\alpha^*, \beta^*\right) = \left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$ — оптимальний розв'язок задачі (7) — (9), то $\left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$ — оптимальний розв'язок задачі (15). Якщо $\left(\alpha_1^*, ..., \alpha_n^*, \beta_1^*, ..., \beta_m^*\right)$ — оптимальний розв'язок задачі (15), то $\left(\alpha^*,\beta^*\right)=\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$, де $\alpha_1^*=\frac{1}{c_1}-\alpha_2^*\frac{c_2}{c_1}-...-\alpha_n^*\frac{c_n}{c_1}-\beta_1^*\frac{b_2}{c_1}-...-\beta_m^*\frac{b_2}{c_1}$ буде оптимальним розв'язком задачі (7) — (9).

**Теорема 6.** Нехай в задачі (7) — (9) , наприклад, $b_1\neq 0$ . Розглянемо задачу відшукання

$$\gamma_*^{b_1}=\min\left\{\left\|\sum_{i=1}^n\alpha_i\left(x_i-\frac{c_i}{b_1}y_1\right)+\frac{1}{b_1}y_1+\sum_{j=2}^m\beta_j\left(y_j-\frac{b_j}{b_1}y_1\right)\right\|:\frac{1}{b_1}-\sum_{i=1}^n\alpha_i\frac{c_i}{b_1}-\sum_{j=2}^m\beta_j\frac{b_j}{b_1}\geq 0,\beta_2\geq 0,....,\beta_m\geq 0\right\}$$

(17)

Має місце рівність $\gamma^*=\gamma_*^{b_1}$ (18)

Задача (17) має оптимальний розв'язок . Якщо $\left(\alpha^*,\beta^*\right)=\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$ — оптимальний розв'язок задачі (7) — (9), то $\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$ є оптимальним розв'язком задачі (17). Якщо $\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$ є оптимальним розв'язком задачі (17), то $\left(\alpha^*,\beta^*\right)=\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$, де $\beta_1^*=\frac{1}{b_1}-\sum_{i=1}^n\alpha_i^*\frac{c_i}{b_1}-\sum_{j=2}^m\beta_j^*\frac{b_j}{b_1}$, буде оптимальним розв'язком задачі (7) — (9).

**Наслідок 1.** Нехай в задачі (7) — (9), наприклад, $c_1\neq 0$ . Має місце рівність

$$L^*=\max\left\{\frac{1}{\left\|\frac{1}{c_1}x_1+\sum_{i=2}^n\alpha_i\left(x_i-\frac{c_i}{c_1}x_1\right)+\sum_{j=1}^m\beta_j\left(y_j-\frac{b_j}{c_1}\right)\right\|}:\beta_j\geq 0,\ j=\overline{1,m}\right\}. \qquad (19)$$

Для того, щоб вектор $\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$ був оптимальним розв'язком задачі (19), необхідно і достатньо, щоб він був оптимальним розв'язком задачі (5). Має місце рівність $L^*=\frac{1}{\gamma_*^{c_1}}$ (20)

**Наслідок 2** Нехай в задачі (7) — (9) , наприклад, $b_1\neq 0$ .Мають місце рівності

$$L^*=\max\left\{\frac{1}{\left\|\sum_{i=2}^n\alpha_i\left(x_i-\frac{c_i}{b_1}y_1\right)+\frac{1}{b_1}y_1+\sum_{j=2}^m\beta_j\left(y_j-\frac{b_j}{b_1}y_1\right)\right\|}:\frac{1}{b_1}-\sum_{i=1}^n\alpha_i\frac{c_i}{b_1}-\sum_{j=2}^m\beta_j\frac{b_j}{b_1}\geq 0,\beta_2\geq 0,..,\beta_m\geq 0\right\} \qquad (21)$$

$$L^*=\frac{1}{\gamma_*^{b_1}}. \qquad (22)$$

Для того, щоб вектор $\left(\alpha_1^*,...,\alpha_n^*,\beta_1^*,...,\beta_m^*\right)$ був оптимальним розв'язком задачі (21), необхідно і достатньо , щоб він був оптимальним розв'язком задачі (17). З урахуванням теорем 3,4, наслідків 1 та 2 задачі (12), (14), (19) та (22) також будемо називати задачами, двоїстими до узагальненої проблеми моментів (1) — (6). [1]

**Теорема 7.** Проблема моментів (1)–(4) має оптимальний розв'язок. Справедливе співвідношення двоїстості:

$$\min\left\{\|f\|: f\left(x_i\right)=c_i; i=\overline{1,n}; f\left(y_i\right)\geq b_j; j=\overline{1,m}; f\in X^*\right\}=$$
$$=\max\left\{\frac{1}{\left\|\sum_{i=1}^{n}\alpha_i x_i+\sum_{j=1}^{m}\beta_j y_j\right\|}: \sum_{i=1}^{n}\alpha_i x_i+\sum_{j=1}^{m}\beta_j y_j=1, \alpha_i\geq 0; \beta_j\geq 0; i=\overline{1,n}, j=\overline{1,m}\right\}=\frac{1}{\gamma^*}=L^* \quad (23)$$

**Список використаних джерел**

1. Ахиезер Н. И. Классическая проблема моментов и некоторые вопросы анализа / Н. И. Ахиезер. . – М. :Наука, 1961.–310с.

2. Корнейчук Н. П. Экстремальные задачи теории приближения / Н. П. Корнейчук. – М. :Наука, 1976.–320с.

*We consider a generalized problem points to the dual problem and found it Spividnoshennya duality .*

*Keywords: generalized moment problem , dual problem , the ratio of duality.*

УДК 378.016:53 (075.3)

**Шостацький А.І.,** студент 5 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Ніколаєв О.М.**, кандидат педагогічних наук, доцент

## ОРГАНІЗАЦІЯ ШКІЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

*Стаття присвячена дослідженню проблеми організації шкільного навчального фізичного експерименту у загальноосвітній школі, виділено основні його види. Вказано задачі, які обумовлюють застосування експерименту на уроці з фізики.*

*Ключові слова: навчальний експеримент, фізика, демонстрація.*

Фізика — наука експериментальна. Оскільки між фізикою — наукою і фізикою — навчальним предметом існує тісний зв'язок, процес навчання фізики полягає в послідовному формуванні нових для учнів фізичних понять і теорій на основі небагатьох фундаментальних положень, що опираються на дослід. Навчальний фізичний експеримент у школі є основою вивчення фізики. Без перебільшення можна сказати, що якість знань і практична підготовка учнів з фізики перебувають у прямій залежності від якості фізичного експерименту [1]. Шкільний фізичний експеримент підводить учнів до розуміння сучасних фізичних методів дослідження, виробляє у них практичні вміння і навички. Під системою навчального експерименту розуміють сукупність взаємопов'язаних предметів навчального обладнання, методів і методичних прийомів, що відповідають домінуючій концепції навчання і виховання. Пройшовши тривалий шлях розвитку, шкільний фізичний експеримент перетворився з окремих дослідів у струнку систему навчального експерименту, яка охоплює такі його види:

- демонстраційні досліди, виконувані вчителем;
- фронтальні лабораторні роботи;
- роботи фізичного практикуму;
- експериментальні задачі;
- позакласні досліди;

Усі ці види шкільного фізичного експерименту підпорядковані загальній меті навчання і виховання. Проте, крім цієї загальної мети, кожен вид навчального експерименту має більш вузьке цільове призначення, свої особливості в методиці і техніці проведення експерименту.

Використання експерименту в навчальному процесі з фізики дозволяє:

- показати явища, що вивчаються, в педагогічно трансформованому вигляді і тим самим створити необхідну експериментальну базу для їх вивчення;
- проілюструвати встановлені в науці закони і закономірності в доступному для учнів вигляді і зробити їх зміст зрозумілим для учнів;
- підвищити наочність викладання;
- ознайомити учнів з експериментальним методом дослідження фізичних явищ;
- показати застосування фізичних явищ, що вивчаються, в техніці, технологіях та побуті;
- посилити інтерес учнів до вивчення фізики;
- формувати політехнічні та дослідно-експериментаторські навички [1].

З педагогічної точки зору демонстрація дослідів є необхідною при розв'язанні низки специфічних задач, а саме:

1. *Для ілюстрації пояснень учителя.* Практика свідчить, що ефективність засвоєння навчального матеріалу значно підвищується, якщо пояснення вчителя супроводжується демонстрацією дослідів. Адже в ході демонстрації вчитель має можливість керувати пізнавальною

діяльністю учнів, акцентувати увагу на обставинах найбільш важливих для розуміння суті навчального матеріалу.

2. *Для ілюстрації застосування вивчених фізичних явищ та теорій в техніці, технологіях та побуті.* Демонстрація таких дослідів є необхідною не лише для ілюстрації зв'язків фізики з технікою, а й для підготовки учнів до життя в умовах сучасного технізованого суспільства. Ознайомлення з об'єктами техніко-технологічного характеру сприяє формуванню мотивації учіння фізики, дозволяє поглибити та систематизувати знання учнів про раніше вивчені фізичні явища.

3. *Для збудження та активізації пізнавального інтересу до фізичних явищ та теорій.* Ефективний демонстраційний експеримент може бути своєрідним поштовхом до активної пізнавальної діяльності учнів, особливо, якщо він носить проблемний характер. (Наприклад, демонстрація плавання сталевої голки на поверхні води створює проблемну ситуацію, яка може бути покладена в основу вивчення властивостей поверхневого шару рідини).

4. *Для перевірки припущень, висунутих учнями в ході обговорення навчальних проблем.*

Оскільки сучасна методика фізики пропонує велику кількість демонстрацій з кожної теми шкільного курсу фізики, перед вчителем завжди виникає проблема відбору дослідів при підготовці до кожного конкретного уроку. За наявності кількох варіантів дослідів слід відібрати ті, які:

- найповніше відповідають темі та дидактичним цілям уроку;
- найефективніше вписуються в логічну структуру уроку;
- найбільш виразно ілюструють явище чи фізичну теорію;
- можуть бути відтворені на найпростішому обладнанні ( але без втрати ефективності) [2].

Отже, можна зробити висновки, що фізика ґрунтується на експерименті. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов експеримент виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учня утворюються нові зв’язки й відношення, формується особистісне знання. Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики. З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в учнів експериментальні вміння й дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм наукового дослідження, який стає засобом навчання.

Таким чином, навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв’язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту [3].

**Список використаних джерел**


1. Навчальний експеримент у системі вивчення фізики в середній школі: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ref.by/refs/88/19912/1.html.
2. Методика навчання фізики в середній школі: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://fizmet.org/L6.htm.
3. Демонстраційний фізичний експеримент: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kukh.ho.ua/kurs/TZN_PM/pro_f.pd .



*The article investigates the problem of school educational physical experiment in secondary school, highlighted its basic types. Specified tasks, which stipulate the use of the classroom experiment in physics.*



*Keywords: educational experiment physics demonstration.*



УДК 371.32



**Ямполь Ю.В.,** студент 2 курсу фізико-математичного факультету
Науковий керівник: **Мястковська М.О.**, кандидат педагогічних наук, старший викладач


## ІНТЕГРОВАНІ УРОКИ МАТЕМАТИКИ З АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ У СЕРЕДНІХ КЛАСАХ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ


*У статті розглянуто методи побудови інтегрованих уроків математики з англійською мовою у середніх класах загальноосвітньої школи. Відзначається важливість та актуальність вивчення предметів фізико-математичного профілю англійською мовою. За результатами теоретичного аналізу зроблено висновки, що майбутнім вчителям математики необхідно вивчати предмет не тільки рідною мовою, але й англійською, що в подальшому зробить їх висококваліфікованими працівниками своєї галузі. У статті наведено приклади тем, які можна використовувати при побудові інтегрованих уроків математика-англійська мова у 6-9 класах загальноосвітньої школи.*



*Ключові слова: інтегрований урок математика-англійська мова, методика викладання, гра на уроці.*

***Постановка проблеми***. У сучасному суспільстві важливість знання англійської мови не підлягає сумніву. Вивчення іноземної мови починається з дошкільного віку у дитячих навчальних закладах і продовжується до навчання у виші. Зокрема, у загальноосвітніх школах за наказом Міністерства освіти і науки України від 07.08.2015 №855 «Про внесення змін до Типових навчальних планів загальноосвітніх навчальних закладів» [3] вивчення англійської мови та математики відділяється один від одного, але не заперечується про поєднання їх вивчення.

***Аналіз останніх досліджень з вирішення загальної проблеми.*** Сама методика викладання, звертаючи увагу на технологічний прогрес, який продовжується і не зупиняється, потребує використання інформаційних технологій та методики інтегрованого навчання. На інтегрованому уроці учні мають можливість отримати більше практичних навичок, різнобічних та глибоких теоретичних знань. Проблема інтеграції у навчанні вивчалась, досліджувалась і аналізувалась в теорії та практиці багатьма вченими. Л.С. Виготський, В.В. Давидов, В.П. Зінченко та багато інших вчених зробили єдиний висновок у своїх працях про те, що інтеграція є приваблива форма уроку для дитини, адже діти схильні до стомлюваності, що породжується одноманітністю, а інтегровані уроки спонукають і стимулюють дитину до активного сприйняття матеріалу [2].

Вагомий внесок у розвиток математики, як науки, яку важливо вивчати англійською мовою, вніс відомий український математик-лексикограф Мейнарович Євген Володимирович, який разом із своїми колегами уклав 6 англо-українських та українсько-англійських термінологічних словників із точних та природничих наук, зокрема перший в історії України англо-український термінологічний словник з математики. За його словниками є можливість досліджувати переклад математичних текстів на англійську мову [1].

***Виділення невирішених питань.*** Навчання англійської мови базується на всебічному розвитку учня, використовуючи лексичні та граматичні форми на практиці. Але, враховуючи, що держава має на меті готувати висококваліфікованих фахівців, вивченню профільного предмету на англійській мові та використання набутих знань та умінь звертається велика увага та важливість. На жаль, сьогодні виші України не звертають уваги на вивчення майбутніми педагогами фізико-математичного профілю предметів англійською мовою. Це пов’язано з відсутністю літератури з методики викладання математики на англійській мові, яка б дала можливість готувати «майже універсальних» вчителів.

***Мета статті*** полягає в теоретичному обґрунтуванні та детальному аналізі ефективності застосування інтегрованих уроків математика-англійська мова у загальноосвітніх школах; виділення найбільш ефективних методів та прийомів, які забезпечують засвоєння фактичних знань та розвиток особистості.

***Виклад основного матеріалу.*** Для учнів важко застосовувати знання й уміння з одного предмету до іншого. Але це не дає змогу поєднати всі предмети в один, адже, вони втратять свою індивідуальність. Тому, інтегровані уроки слід проводити періодично, щоб учні побачили як один предмет поєднаний з іншим.

Використовувати в практиці інтегровані уроки алгебра-англійська мова є великий сенс. Уроки є ефективними, адже вони дають учням змогу розвивати в собі інтелектуальні і пізнавальні здібності; вміння швидко поєднувати одну галузь знань з іншою; готовність брати участь в іншомовному спілкуванні.

Ключовим засобом залучення та зацікавлення учнів до одержання радості від пізнання і вивчення є навчальна гра. А.С. Макаренко писав: „Гра має важливе значення в житті дитини, має те саме значення, яке у дорослого має діяльність, робота, служба. Якою буде дитина в грі, такою вона буде і в праці, коли виросте. Тому виховання майбутнього діяча відбувається перш за все в грі" [4]. Отже, гра, її організація — ключ в зацікавленості дітей до педагогічного процесу.

На початку уроку варто створити проблемну ситуацію або захопити учнів до того, щоб вони самостійно окреслили тему, мету, цілі уроку [4]. Так, для означення теми уроку можна використати кросворд, ключовим словом якого є назва теми уроку. Далі, учні самі намагаються окреслити мету і цілі уроку. При використанні такої вправи учні формують мовленнєву компетенцію, навики читання та граматичні конструкції.

Для прикладу, наведемо таблицю з назвами уроків, які рекомендовано використовувати для інтеграції уроків математика-англійська мова та клас, в якому проводиться урок [4].

Таблиця 1. Теми уроків для складання інтегрованого уроку

| № з\п | Математика | Англійська мова | Клас |
|---|---|---|---|
| 1 | Правильні дроби. Додавання та віднімання правильних дробів. (Математика) | The Numeral. The correct fractions. | 6 |
| 2 | Лінійні рівняння з однією змінною. (Алгебра) | The Scientific knowledge. History of equation. | 7 |

| № з\п | Математика | Англійська мова | Клас |
|---|---|---|---|
| 3 | Чотирикутники. (Геометрія) | The Art. Geometric shapes in the art. | 8 |
| 4 | Правильні многотукники. (Геометрія) | Magic science: Math. | 9 |

Теми уроків з англійської мови, надані у таблиці, не відповідають точним темам, які подаються в чинних підручниках, вони є дещо модифіковані, тому готуючи урок, потрібно підготувати додаткові матеріали. Для прикладу, розглянемо які матеріали можна підготувати для інтегрованого уроку у 7 класі на тему: «Лінійні рівняння з однією змінною» (урок математики) та інтегрований йому «The Scientific knowledge. History of equation» (англійська мова). Для розвитку лексичного набору учнів рекомендовано використати текст «Історія рівняння» на англійській мові. Перекладаючи його, учні ознайомляться з означенням рівняння, його історії, та граматичними структурами, які подаються в тексті. Не зайвим буде додаток «Арифметичні дії на англійській мові», тобто додавання, віднімання, множення та ділення. Керуючись ними, учні самостійно зможуть в усній формі розв’язувати приклади та розвивати фонетичні норми свого мовленнєвого апарату.

Розглянемо, які методичні прийоми сприяють успішному проведенню інтегрованого уроку математика-англійська мова. Для розвитку комунікації учнів, уміння працювати в парах та групах використовують універсальну гру «Правда чи неправда?» («True or false?»). Під час цієї гри, вчитель пропонує учням речення з заданої теми. Перекладаючи їх, учні дискутують над проблемами перекладу та граматичних структур і дають відповідь на питання: «Правда чи неправда?». Інший варіант цієї гри: учні самостійно складають речення, дають їх іншій команді чи парі, і ті стверджують так це чи ні. Наприклад: Correct Fraction reads as follows: five-sixth. It's true.

Гра з одного боку допомагає оволодіти математичними поняттями, з іншого боку відбувається повторення граматичного матеріалу англійської мови. На уроках вивчення нового матеріалу можна використати прийом «Снігова куля» («Snow ball»), під час якого відбувається розвиток комунікативної компетенції та лексичного набору слів учнів. Учитель вказує на учня, який починає гру і називає слово, яке стосується теми уроку. Наступний учень, називає слово, яке сказав попередній учень і додає своє, тобто формують «кулю».

В сучасній методиці викладання англійської мови за кордоном, користується попитом і набирає популярності гра «Cinquain» (Сінквейн). Сінквейн — п’ятирядкова віршована форма, що виникла в США на початку XX століття під впливом японської поезії. Надалі стала використовуватися в дидактичних цілях, як ефективний метод розвитку образної мови, який дозволяє швидко отримати результат. Правила написання сінквейна:

1 рядок – один іменник, що виражає головну тему сінквейна;

2 рядок – два прикметника, що виражають головну думку;

3 рядок – три дієслова, що описують дії в рамках теми;

4 рядок – фраза, що несе певний сенс, пов’язаний з темою;

5 рядок – висновок у формі іменника (асоціація з першим словом).

Складати сінквейн дуже просто і цікаво. І до того ж, робота над створенням сінквейна розвиває образне мислення.

Для повторення лексичних одиниць можна використати гру «Знайти слово» («Find the word»). Учні діляться на дві команди. З одного боку дошки написані слова англійською мовою для однієї команди, на іншій — для другої в хаотичній послідовності для кожної з команд. Учитель читає слово українською мовою, учні викреслюють його на англійській мові. Перемагає та команда, котра викреслила всі слова першою.

***Висновки.*** Проблема інтеграції у методиці викладання досліджувалась багатьма науковцями у різні періоди і з різних позицій. Запропонована стаття дає можливість продовжити вивчення інтегрованих уроків математика-англійська мова. Аналіз, наведений в статті, дає змогу стверджувати, що втілення в освітній процес запропонованих інтегрованих уроків сприяє формування цілісного образу світу, прояву творчості дитини та учителя. Інтегроване навчання дає свободу вибору теми, мети, цілей, змісту, засобів, які використовуються в організації навчання школярів. Результати проявляються у розвитку мислення учнів, мовленнєвій компетенції та розширення світобачення.

**Список використаних джерел**

1. Англійсько-український словник з математики та кібернетики: біля 50000 / уклад. Є. Мейнарович, М. Кратко. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2010. – 568 с.

2. Іванова М.А. Міжпредметні зв'язки на уроках інформатики / М.А. Іванова, І.Л. Карєва // Інформатика і освіта. – 2005. – С. 17-20.

3. Навчальні програми для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів (за новим Державним стандартом базової і повної загальної

середньої освіти) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн. : http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html.

4. Слєпкань З.І. Методика навчання математики : підруч. / З.І. Слєпкань [2-ге вид., допов. і переробл.]. - К. : Вища школа, 2006. - 582 с.

*In the article review the methods of constructing integrated math classes with English in secondary schools. In the article noted the importance and urgency of studying the physical and mathematical subjects in English. In conclusion of article we can say that the future teachers of mathematics should study the subject not only in their native language, but in English, which further make them highly skilled workers of the industry. The article gives examples of topics that can be used in the construction of the integrated math lesson with English language in 6-9 classes of secondary school.*

*Keywords: integrated lessons math with English language the method of teaching, playing lesson.*

**Науковий керівник АТАМАНЧУК П.С.:**
1. Григорчук А.С.
2. Копань В.А.
3. Німчук Н.І.
4. Сікора Г.В.

**Науковий керівник БІЛИК Р.М.:**
1. Жук П.А.
2. Левицький І.М.

**Науковий керівник ГНАТЮК В.О.:**
1. Марценківська О.Ю.
2. Хомюк Н.С.
3. Чорнописька Н.С.
4. Шолом В.Л.

**Науковий керівник ГУБАНОВА А.О.:**
1. Іваніцька О.О.
2. Кушнір Г. В.

**Науковий керівник ГУДИМА У.В.:**
1. Соловйова Ю. А.

**Науковий керівник ІВАНЮК В.А.:**
1. Доротюк В.М.
2. Марчук О.В.
3. Сафіяник А.Р.

**Науковий керівник КРІЛЬ С.О.:**
1. Адамчук Н.Ю.
2. Вінярська Р. М.
3. Кобля Ю. П.
4. Мариніна Н.І.
5. Царук К.І.

**Науковий керівник КОВАЛЕНКО О.Є.:**
1. Аліксійчук Б.Р.

**Науковий керівник КУХ А.М.:**
1. Москальчук А.М.
2. Просандєєв О.І.
3. Сочинський Р.І.

**Науковий керівник МЯСТКОВСЬКА М.О.:**
1. Ямполь Ю.В.

**Науковий керівник МЕНДЕРЕЦЬКИЙ В.В.:**
1. Лехіцький П.З.

**Науковий керівник НІКОЛАЄВ О. М.:**
1. Бабійчук І.В.
2. Бугера І.О.
3. Герасимчук О. О.
4. Герлєй М.К.
5. Капнік О.О.
6. Колесникова М. І.
7. Костанюк М.М.
8. Панчишина О.В.
9. Рубаняк Л.А.
10. Ткачук І.В.
11. Шостацький А.І.

**Науковий керівник ОПТАСЮК С.В.**
1. Рогожкіна Р.І.

**Науковий керівник ПАНЧУК О.П.**
1. Ількович І.В.
2. Махніцький В.Р.

**Науковий керівник ПИЛИПЮК Т.М.**
1. Олійник С.С.

**Науковий керівник СЕРГІЄНКО В.П.:**

2. Кучер Д.Л.
3. Онофрійчук С.Р.

**Науковий керівник СЛОБОДЯНЮК О.В.:**
1. Підлісна О.В.

**Науковий керівник СМАЛЬКО О.А.:**
1. Райтаровський Т.Р.

**Науковий керівник СМОРЖЕВСЬКИЙ Ю.Л.:**
1. Вармінська В. В.
2. Давибіда Т.О.
3. Маковська А.В.

**Науковий керівник СОРИЧ В. А.:**
1. Кухар Л.М.
2. Тріцька К.В.

**ЗБІРНИК**
**МАТЕРІАЛІВ НАУКОВИХ**
**ДОСЛІДЖЕНЬ**
**СТУДЕНТІВ ТА МАГІСТРАНТІВ**
**КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО**
**НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**
**імені Івана Огієнка**

**Фізико-математичні науки**
**Випуск 13**

Здано в набір 08.06.2015 р. Підписано до друку 26.05.2016 р.
Формат 60х84/16. Гарнітура Times.
Умовн. друк. арк. 24,375. Обл. вид. арк. 9,15.
Папір офсетний. Тираж 100 прим.

32300, Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський,
вул. Івана Огієнка, 61; тел. (03849) 3-06-01
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
від 12.12.2008 р. серія КВ № 14705- 3676 ПР